



**"LA ESTRATEGIA DE *PAIRS TRADING*:**

**UNA PROPUESTA PARA MEJORAR SU RENTABILIDAD"**

**Tesis para la obtención del grado de Doctor**

Autor: Lda. Dña. María Luisa Mazo Fajardo

**Dirección de la tesis:**

Prof. Dra. Dña. Esther Vaquero Lafuente

Prof. Dr. D. Ricardo Gimeno Nogués

Madrid  
Diciembre de 2015



## **Agradecimientos**

Quiero dar las gracias a todas las personas que me han animado y ayudado en la elaboración de esta tesis doctoral. En primer lugar, a mis padres, sin cuyos cuidados en los últimos meses no hubiera podido afrontar la recta final y concluir esta tesis, así como a mi hermano José Luis, que fue mi compañero de las noches de verano que pasé redactando este documento, a mi cuñada Marta y a mis tres sobrinos, Luis, Manu y Diego. En segundo lugar, a la profesora Dra. Esther Vaquero, quien durante casi una década ha estado alentándome para acometer este reto, conocedora de mi limitada disponibilidad debido a mi actividad laboral. En tercer lugar, a mis antiguos jefes y compañeros de trabajo, Nuria, Pedro M., Pedro A. y Nacho, entre otros, porque gracias a ellos he podido compatibilizar mi labor docente en ICADE con mi actividad profesional. Finalmente, al profesor Dr. Ricardo Gimeno, codirector de esta tesis, por sus aportaciones que han sido de inestimable ayuda. ¡Muchas gracias a todos por vuestro apoyo!



# Índice

Agradecimientos .....	i
Índice .....	i
Índice de cuadros .....	iv
Abreviaturas y términos técnicos .....	ix
Capítulo 1. Introducción .....	1
1.1. Objetivo de la tesis .....	1
1.2. Estructura de la tesis .....	5
Capítulo 2. La estrategia de <i>pairs trading</i> : estado de la cuestión .....	9
2.1. Introducción: concepto y definición. ....	9
2.2. El marco teórico de la estrategia de <i>pairs trading</i> : una anomalía de los mercados financieros. ....	14
2.2.1. La teoría de la eficiencia de los mercados .....	15
2.2.2. Los modelos de valoración de activos .....	19
a. El modelo de valoración de activos financieros (CAPM).....	21
b. La teoría del arbitraje (APT).....	24
2.2.3. Las anomalías en los mercados financieros .....	26
2.2.4. La estrategia de <i>pairs trading</i> como una anomalía del mercado .....	32
a. Violación de la ley precio único.....	33
b. Estrategias contrarias o de reversión a la media .....	34
2.3. Revisión de la literatura.....	36
2.3.1. Los modelos utilizados en la estrategia de pares. ....	43
a. Método de la distancia.....	46
b. Método de la cointegración .....	53
2.3.2. Estudios empíricos.....	58
a. Método de la distancia.....	59
b. Método de la cointegración .....	66
c. Comparativa de los resultados obtenidos con distintos métodos .....	68
2.3.3. Fuentes de rentabilidad de la estrategia. ....	70
Capítulo 3. Propuesta para incrementar la rentabilidad de la estrategia de pares ....	75
3.1. Objetivo de la propuesta. ....	75
3.2. Hipótesis planteadas .....	79
3.3. Selección de las muestras.....	80

3.3.1.	Acciones .....	80
a.	Ibex 35 .....	81
b.	Euro Stoxx 50 .....	82
c.	Stoxx Europe 50 .....	84
d.	Stoxx Europe 600.....	85
3.3.2.	Precios .....	86
3.3.3.	Variables fundamentales de las compañías .....	87
a.	Beneficio por acción de los próximos 12 meses (BPA) .....	88
b.	Valor contable por acción (VCPA) .....	91
c.	Precio objetivo (PO) .....	93
d.	Recomendación .....	93
e.	Número de estimaciones.....	94
3.4.	Diseño del experimento.....	95
3.4.1.	Fase 1: La aplicación del método de la distancia. ....	95
a.	Periodo de formación .....	95
b.	Periodo de ejecución .....	99
c.	Cómputo de los resultados.....	106
3.4.2.	Fase 2: La extensión del modelo.....	110
a.	Periodo de formación .....	112
b.	Periodo de ejecución .....	114
c.	Cómputo de los resultados.....	116
Capítulo 4.	Contrastación empírica del modelo.....	117
4.1.	Fase 1. La aplicación del método de la distancia.....	118
4.1.1.	Contrastación de la hipótesis número 1. ....	118
a.	Ibex 35 .....	119
b.	Euro Stoxx 50 .....	132
c.	Stoxx Europe 50 .....	139
d.	Stoxx Europe 600.....	144
4.1.2.	Contrastación de la hipótesis número 2 .....	148
a.	Resultados .....	149
4.2.	Fase 2. La extensión del modelo. ....	156
4.2.1.	Contrastación de la hipótesis número 3 .....	156
a.	IBEX 35.....	157
b.	Euro Stoxx 50.....	166

c. Stoxx Europe 50 .....	176
d. Stoxx Europe 600.....	185
4.2.2. Conclusión.....	187
Capítulo 5. Conclusiones.....	189
Bibliografía .....	199
Referencias de Internet .....	220
Anexo 1: Desglose de los criterios país y moneda .....	221
Anexo 2: Clasificación ICB de sectorialización .....	222
Anexo 3: Ibex 35: selección de empresas.....	225
Anexo 4: Ibex 35: carteras analizadas.....	226
Anexo 5: Euro Stoxx 50: selección de empresas.....	227
Anexo 6: Euro Stoxx 50: carteras analizadas .....	228
Anexo 7: Stoxx Europe 50: selección de empresas .....	229
Anexo 8: Stoxx Europe 50: carteras analizadas.....	230
Anexo 9: Stoxx Europe 600: carteras analizadas .....	231
Anexo 10: Ibex 35: resultados del modelo base.....	236
Anexo 11: Euro Stoxx 50: resultados del modelo base.....	237
Anexo 12: Stoxx Europe 50: resultados del modelo base .....	238
Anexo 13: Euro Stoxx 50: resulta por operación.....	239
Anexo 14: Euro Stoxx 50: número de operaciones .....	240
Anexo 15: Stoxx Europe 50: resultado por operación .....	241
Anexo 16: Stoxx Europe 50: número de operaciones.....	242
Anexo 17: Ibex 35: resultados por cartera.....	243
Anexo electrónico: Resultados completos de Ibex 35, Euro Stoxx 50, Stoxx Europe 50 y Stoxx Europe 600.	

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Artículos sobre la estrategia de pares: investigación teórica.....	45
Cuadro 2. Gatev, et al. (1999, 2006): periodos de formación y ejecución.....	50
Cuadro 3. Karvinen (2012): periodos de formación y ejecución.....	51
Cuadro 4. Artículos sobre la estrategia de pares: investigación empírica.....	60
Cuadro 5. Artículos sobre la estrategia de pares: explicaciones de la rentabilidad.....	70
Cuadro 6. Ibex 35: distribución de las acciones por sectores.....	82
Cuadro 7. Euro Stoxx 50: distribución de las acciones.....	83
Cuadro 8. Stoxx Europe 50: distribución de las acciones.....	84
Cuadro 9. Stoxx Europe 600: distribución de las acciones.....	86
Cuadro 10. Número de acciones con precio por año.....	87
Cuadro 11. Ibex 35: evolución del número de datos de consenso.....	89
Cuadro 12. Euro Stoxx 50: evolución del número de datos de consenso.....	90
Cuadro 13. Stoxx Europe 50: evolución del número de datos de consenso.....	90
Cuadro 14. Stoxx Europe 600: evolución del número de datos de consenso.....	91
Cuadro 15. Número de acciones.....	97
Cuadro 16. Número de pares analizados.....	98
Cuadro 17. Número de pares controlados en la fase de ejecución.....	98
Cuadro 18. Grupo Santander y BBVA: precios normalizados en el periodo de formación.....	103
Cuadro 19. Grupo Santander y BBVA: distancia del periodo de ejecución.....	104
Cuadro 20. Grupo Santander y BBVA: datos relevantes sobre la operativa.....	104
Cuadro 21. Criterios de entrada y salida: media +/- desviaciones típicas.....	106
Cuadro 22. Número de acciones con datos por periodo.....	112
Cuadro 23. Número de acciones analizadas.....	113
Cuadro 24. Ibex 35. Modelo base: resumen de los resultados.....	120
Cuadro 25. Ibex 35. Modelo base con retardo en la ejecución de un día: resumen...	121
Cuadro 26. Ibex 35. Modelo base con costes de ejecución: resumen de los resultados.....	122
Cuadro 27. Ibex 35. Modelo base: correlación de los retornos mensuales de la estrategia de pares con los del Ibex 35 (20 pares).....	123
Cuadro 28. Ibex 35. Modelo base: rentabilidad en periodos bajistas frente al Ibex 35.....	123
Cuadro 29. Ibex 35. Contribución a la rentabilidad total de la posición larga y la posición corta (modelo base con 20 pares).....	124

Cuadro 30. Ibex 35. Modelo base: rentabilidad mensual según número de pares y número de desviaciones típicas en el criterio de entrada para la cartera no restringida .....	125
Cuadro 31. Ibex 35. Modelo base: rentabilidad mensual sobre capital comprometido para la cartera no restringida.....	127
Cuadro 32. Ibex 35. Modelo base: resultado por operación.....	127
Cuadro 33. Ibex 35. Modelo base con costes: rentabilidad mensual sobre capital comprometido de la cartera no restringida .....	128
Cuadro 34. Ibex 35. Rentabilidad mensual según cartera y número de desviaciones típicas en el criterio de entrada (10 pares) .....	129
Cuadro 35. Ibex 35. Resultado medio por operación .....	130
Cuadro 36. Ibex 35. Número de operaciones .....	131
Cuadro 37. Euro Stoxx 50. Modelo base: resumen de los resultados.....	132
Cuadro 38. Euro Stoxx 50. Modelo base con retardo en la ejecución de un día: resumen de los resultados.....	133
Cuadro 39. Euro Stoxx 50. Modelo base con costes de ejecución: resumen de los resultados .....	134
Cuadro 40. Euro Stoxx 50. Resultado por operación de la cartera no restringida.....	135
Cuadro 41. Euro Stoxx 50. Modelo base: correlación de los retornos mensuales de la estrategia de pares con los del Euro Stoxx 50 (20 pares).....	135
Cuadro 42. Euro Stoxx 50. Modelo base: rentabilidad en periodos bajistas frente al Euro Stoxx 50.....	136
Cuadro 43. Euro Stoxx 50. Modelo base: rentabilidad mensual según número de pares y número de desviaciones típicas en el criterio de entrada para la cartera no restringida .....	136
Cuadro 44. Euro Stoxx 50. Rentabilidad mensual según cartera y criterio de entrada (5 pares) .....	137
Cuadro 45. Euro Stoxx 50. Cartera número 8: resumen de los resultados.....	138
Cuadro 46. Stoxx Europe 50. Modelo base: resumen de los resultados .....	140
Cuadro 47. Stoxx Europe 50. Modelo base con retardo en la ejecución de un día: resumen de los resultados.....	141
Cuadro 48. Stoxx Europe 50. Modelo base con costes de ejecución: resumen de los resultados .....	141
Cuadro 49. Stoxx Europe 50. Resultado por operación de la cartera no restringida ..	142
Cuadro 50. Stoxx Europe 50. Modelo base: correlación de los retornos mensuales de la estrategia de pares con los del Stoxx Europe 50 (20 pares) .....	142
Cuadro 51. Stoxx Europe 50. Modelo base: rentabilidad en periodos bajistas frente al Stoxx Europe 50 .....	142
Cuadro 52. Stoxx Europe 50. Modelo base: rentabilidad mensual según número de pares y número de desviaciones típicas en el criterio de entrada para la cartera no restringida .....	143
Cuadro 53. Stoxx Europe 50. Rentabilidad mensual según cartera (20 pares).....	143

Cuadro 54. Stoxx Europe 600. Modelo base: resumen de los resultados.....	145
Cuadro 55. Stoxx Europe 600. Modelo base con retardo en la ejecución de un día: resumen de los resultados .....	145
Cuadro 56. Stoxx Europe 600. Modelo base con costes de ejecución: resumen de los resultados .....	146
Cuadro 57. Stoxx Europe 600. Modelo base: correlación de los retornos mensuales de la estrategia de pares con los del Stoxx Europe 600 (20 pares) .....	146
Cuadro 58. Stoxx Europe 600. Modelo base: rentabilidad en periodos bajistas frente al Stoxx Europe 600.....	147
Cuadro 59. Stoxx Europe 600. Distribución de los resultados por operación de las carteras no restringidas.....	147
Cuadro 60. Ibex 35: modelo base de la estrategia de pares vs. modelo con limitación de pérdidas.....	150
Cuadro 61. Ibex 35: modelo base con costes de ejecución de la estrategia de pares vs. modelo con costes de ejecución y limitación de pérdidas .....	151
Cuadro 62. Euro Stoxx 50: modelo base de la estrategia de pares vs. modelo con limitación de pérdidas.....	152
Cuadro 63. Euro Stoxx 50: modelo base con costes de ejecución de la estrategia de pares vs. modelo con costes de ejecución y limitación de pérdidas .....	153
Cuadro 64. Stoxx Europe 50: modelo base de la estrategia de pares vs. modelo con limitación de pérdidas.....	154
Cuadro 65. Stoxx Europe 50: modelo base con costes de ejecución de la estrategia de pares vs. modelo con costes de ejecución y limitación de pérdidas .....	155
Cuadro 66. Ibex 35. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida.....	157
Cuadro 67. Ibex 35. Modelo base: resumen de los resultados por carteras y criterio de entrada .....	158
Cuadro 68. Ibex 35. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera restringida número 4 .....	159
Cuadro 69. Ibex 35. Cartera no restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica) .....	160
Cuadro 70. Ibex 35. Cartera restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica) .....	161
Cuadro 71. Ibex 35. Rentabilidad mensual de la cartera número 4: análisis de sensibilidad (BPA).....	162
Cuadro 72. Ibex 35. Rentabilidad mensual de la cartera número 4: análisis de sensibilidad (PO).....	163
Cuadro 73. Ibex 35. Cartera restringida: rentabilidad acumulada (2002-2015).....	164
Cuadro 74. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Ibex 35 y los retornos de la estrategia de pares propuesta.....	165
Cuadro 75. Cartera restringida e Ibex 35: correlación anual (2002-2015).....	165

Cuadro 76. Euro Stoxx 50. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida.....	166
Cuadro 77. Euro Stoxx 50. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida y las carteras restringidas con mayor rentabilidad (20 pares y 2 desviaciones típicas).....	167
Cuadro 78. Euro Stoxx 50. Cartera no restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica) .....	168
Cuadro 79. Euro Stoxx 50. Cartera no restringida (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015) .....	168
Cuadro 80. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Euro Stoxx 50 y los de la estrategia de pares propuesta. ....	169
Cuadro 81. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 4 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica).....	170
Cuadro 82. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 4 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015).....	170
Cuadro 83. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Euro Stoxx 50 y los de la estrategia de pares propuesta. ....	171
Cuadro 84. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 6 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica).....	172
Cuadro 85. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 6 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015).....	172
Cuadro 86. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Euro Stoxx 50 y los de la estrategia de pares propuesta. ....	173
Cuadro 87. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 7 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica).....	174
Cuadro 88. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 7 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015).....	174
Cuadro 89. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Euro Stoxx 50 y los de la estrategia de pares propuesta. ....	175
Cuadro 90. Stoxx Europe 50. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida.....	176
Cuadro 91. Stoxx Europe 50. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida y las carteras restringidas con mayor rentabilidad (20 pares y 2 desviaciones típicas).....	177
Cuadro 92. Stoxx Europe 50. Cartera no restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica) .....	178
Cuadro 93. Stoxx Europe 50. Cartera no restringida (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015) .....	178
Cuadro 94. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Stoxx Europe 50 y los de la estrategia de pares propuesta.....	179
Cuadro 95. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 6 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica).....	180

Cuadro 96. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 6 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015).....	180
Cuadro 97. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Stoxx Europe 50 y los de la estrategia de pares propuesta.....	181
Cuadro 98. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 8 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica).....	182
Cuadro 99. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 8 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015).....	182
Cuadro 100. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Stoxx Europe 50 y los de la estrategia de pares propuesta.....	183
Cuadro 101. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 9 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica) .....	183
Cuadro 102. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 9 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015).....	184
Cuadro 103. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Stoxx Europe 50 y los de la estrategia de pares propuesta.....	184
Cuadro 104. Stoxx Europe 600. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida .....	185
Cuadro 105. Stoxx Europe 600. Cartera no restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica) .....	186
Cuadro 106. Stoxx Europe 600. Impacto medio del modelo propuesto en las 104 carteras restringidas (50 pares) .....	187

## Abreviaturas y términos técnicos

APT: Teoría del arbitraje (*Arbitrage Pricing Theory*)

AT: Austria

BE: Bélgica

BPA: Beneficio por acción

CAPM: Modelo de valoración de activos financieros (*Capital Asset Pricing Model*)

CEPR: Centro para la investigación de política económica (*Centre for Economic Policy Research*).

CRSP: Centro para la investigación en los precios de los valores cotizados (*Centre for Research in Security Prices*)

CH: Suiza

CLS: Acciones de la misma empresa que cotizan en diferentes mercados (*Cross-listed stocks*)

CZ: República Checa

DE: Alemania

DK: Dinamarca

DLS: Compañía con una estructura de doble cotización (*Dual-listed stocks*)

DCS: Compañía con acciones con distintos derechos (*Dual-class stocks*)

EAPD: Efecto sesgo después de resultados (*Earnings Announcement Price Drift*)

ECB: Banco Central Europeo

ES: España

ETF: Fondo de inversión cotizado (*Exchange-traded fund*)

FI: Finlandia

FR: Francia

GB: Reino Unido

GR: Grecia

ICB: Estándar de clasificación de industrias (*Industry Classification Benchmark*)

IE: Irlanda

IS: Islandia

IT: Italia

LU: Luxemburgo

NL: Holanda

NO: Noruega

PCA: Análisis de componentes principales (*Principal Components Analysis*)

PO: Precio objetivo

PT: Portugal

REIT: Sociedades de inversión de activos inmobiliarios (*Real Estate Investment Trust*)

SE: Suecia

SSD: Suma de las desviaciones de precios al cuadrado

VCPA: Valor contable por acción

VEC: Vector de corrección de errores (*Vector Error Correction*)

# Capítulo 1. Introducción

*"For historians each event is unique. In contrast, economists maintain that there are patterns in the data and particular event are likely to induce similar responses. History is particular; economics is general"<sup>1</sup>.*

Kindleberger y Aliber, 2005, pág. 24

## 1.1. Objetivo de la tesis

El objetivo de esta tesis es la propuesta y contrastación empírica de una mejora al modelo básico<sup>2</sup> de la estrategia de *pairs trading* que incremente la rentabilidad del mismo mediante la detección de las variaciones relativas del riesgo idiosincrásico de las acciones con la incorporación de variables específicas de las empresas.

La estrategia de *pairs trading* es una popular estrategia entre los inversores institucionales, aunque ha recibido una escasa atención por parte del mundo académico (Jacobs y Webber, 2015). Desde el punto de vista teórico, se están desarrollando modelos matemáticos cada vez más complejos, pero utilizando muestras muy reducidas al ser contrastados, por lo que los resultados de un estudio empírico de amplio alcance con estos modelos son aún una incógnita. Desde el punto de vista empírico, solamente uno de los modelos ha sido ampliamente testado, el método de la distancia.

---

<sup>1</sup> Traducción: "Para los historiadores, cada suceso es único. En cambio, los economistas sostienen que existen patrones de comportamiento en los datos y que determinados sucesos inducen normalmente a respuestas similares. La historia es particular; la economía es general".

<sup>2</sup> Por modelo básico se entenderá el modelo propuesto en Gatev et al. (2006).

El concepto subyacente en la estrategia de *pairs trading* es muy sencillo: hallar dos activos financieros que presenten un movimiento paralelo de sus precios a largo plazo y obtener beneficio de las posibles desviaciones sobre la relación central y de su posterior corrección, mediante la simultánea venta del activo que presenta un encarecimiento relativo y compra del otro activo financiero y subsiguientes operaciones contrarias (Gatev, Goetzmann y Rouwenhorst, 2006). Este concepto es muy atractivo por acometer indirectamente el problema de la valoración de los activos financieros, trasladándolo a un problema de valoración relativa entre dos activos financieros, a priori más sencillo de solucionar. La rentabilidad no justificada que esta estrategia ofrece de acuerdo a las investigaciones empíricas realizadas, implica su consideración como anomalía de los mercados financieros.

Los principales motivos por los que esta tesis se ha centrado en la estrategia de pares son los siguientes:

- (a) El interés que la estrategia de *pairs trading* suscita entre los inversores institucionales no está suficientemente cubierto por la investigación académica, existiendo, en consecuencia, una necesidad de minorar la distancia entre la teoría y la práctica. Esta estrategia es la anomalía financiera sobre la que menos artículos se han publicado (Jacobs y Weber, 2015). Con la salvedad de Krauss (2015), se carece de una exhaustiva revisión de literatura que estructure conceptualmente la bibliografía teórica y empírica publicada hasta la actualidad
- (b) El diferente estado de desarrollo del estudio de los modelos teóricos para implantar la estrategia de *pairs trading* frente a la investigación empírica. En la literatura académica teórica se han desarrollado múltiples modelos en un intento de encontrar la estrategia más rentable. Se han utilizado tanto modelos estadísticos como heurísticos, desde los más sencillos, como el método de la distancia o el

método de la cointegración, hasta los más complejos, como aquellos que utilizan algoritmos genéticos o redes neuronales. Sin embargo, la literatura empírica carece de este avance. El método más utilizado en los estudios empíricos es el de la distancia, de fácil comprensión e implantación. En los últimos años, se han publicado estudios utilizando el método de la cointegración y el de la cópula, así como trabajos comparativos de los resultados obtenidos con cada uno de estos tres métodos. Las acciones de Estados Unidos han sido el activo financiero más utilizado en el diseño de los experimentos empíricos, probablemente por la facilidad de acceso a las bases de datos de precios. Los mercados de renta variable de países emergentes, como Brasil o Turquía, también han sido usados para implantar la estrategia de *pairs trading*. Sin embargo, los mercados de renta variable de Europa han atraído poca atención de los investigadores, contando con pocos artículos. Caldas, Caldeira y Moura (2014) y Jacobs y Weber (2015) cubren parcialmente esta deficiencia.

- (c) El desconocimiento de cuándo, dónde y porqué la estrategia de *pairs trading* es particularmente exitosa (Jacobs y Weber, 2015). Desde las finanzas tradicionales, se ha analizado la rentabilidad de la estrategia con los factores conocidos de riesgo, con un resultado negativo. Se afirma que la rentabilidad es la compensación a los arbitrajistas para restablecer la ley del precio único (Gatev et al., 2006). Desde las finanzas del comportamiento, se han estudiado la influencia tanto de los límites al arbitraje y como de la psicología de los inversores. Esta anomalía se ha relacionado con las anomalías de *momentum* y reversión a la media y se argumenta que las causas de su existencia son los inversores irracionales, los cambios de atención de los inversores y la sobre-reacción e infrareacción.

- (d) La falta de estudio sobre las causas que han provocado un descenso de la rentabilidad de la estrategia en los últimos años, como documentan Do & Faff (2010). El incremento de los pares que, tras producirse la divergencia exigida para ejecutar la operación, no convergen de nuevo es una de las causas que se argumenta como razón de la disminución de la rentabilidad. La inicial divergencia puede ser producida (a) por presiones en la liquidez u otros factores que no estén relacionados con los fundamentales de las compañías que forman el par o (b) por nueva información que afecte a una de las compañías. En el primer caso, la probabilidad de convergencia es muy elevada, mientras que en el segundo se produce un cambio de la valoración relativa permanente entre las dos acciones provocando una divergencia permanente (Andrade, di Pietro y Seasholes, 2005). La teoría del arbitraje (APT) afirma que activos que estén afectados por los mismos factores de riesgo deben presentar las mismas valoraciones y que el factor idiosincrásico es de media cero. Sería interesante conocer si la divergencia que se produce en los pares es debido a un cambio de la sensibilidad de una de las acciones a los factores de riesgo, a la aparición de un nuevo riesgo que solamente afecte a una de las compañías o a la publicación de nueva información que impacte en una de las empresas. En estos casos, la probabilidad de convergencia de los precios será más reducida. A pesar de que los autores han argumentado que es el riesgo idiosincrásico el que provoca la divergencia permanente, en los artículos que se han analizado no se ha tratado de encontrar un modelo que incorpore la detección del riesgo idiosincrásico para incrementar la rentabilidad de la estrategia de pares.
- (e) Por último, los estudios empíricos adolecen de comparabilidad de sus resultados. Adicionalmente, los valores de las variables que se incorporan en el modelo se

han elegido subjetivamente por lo que un análisis de sensibilidad de los resultados de la estrategia sería conveniente. Tampoco se ha analizado el impacto de la incorporación de una regla de limitación de pérdidas, que es obviada en casi todos los artículos, pero considerada como imprescindible para autores como Caldeira y Moura (2013).

En esta tesis doctoral se ha tratado de cubrir alguna de las lagunas de la investigación académica que se han mencionado. En primer lugar, se ha encuadrado la anomalía que constituye la estrategia de pares dentro un marco conceptual y se ha realizado una exhaustiva revisión de la literatura, estructurando los artículos más relevantes. En segundo lugar, se ha realizado un estudio empírico de la estrategia de *pairs trading* utilizando el método de la distancia en una muestra de 960 acciones europeas y 105 españolas con precios desde el 2 de enero de 1991 hasta el 31 de mayo de 2015. En tercer lugar, se ha realizado un análisis de sensibilidad de los resultados a cambios de nivel de divergencia para ejecutar la operación y se ha introducido una regla de limitación de pérdidas. Y, por último, se han utilizado cinco variables relacionadas con la evolución individual de las compañías para tratar de detectar las divergencias provocadas por un cambio en el riesgo idiosincrásico y, por tanto, que sean divergencias permanentes, para reducir el número de operaciones que presenten pérdidas o que no converjan y, así, aumentar la rentabilidad de la estrategia.

## **1.2. Estructura de la tesis**

Esta tesis está estructurada en cinco capítulos.

En el capítulo 1, se exponen los motivos para la elección de la estrategia de *pairs trading* como tema central de esta tesis y la justificación de su importancia, los objetivos que se pretenden alcanzar con esta investigación y las líneas futuras de trabajo. Asimismo, se describe la estructura de la tesis.

En el capítulo 2, se aborda el estado de la cuestión de la estrategia de *pairs trading*. En primer lugar, se enmarca la estrategia como una anomalía dentro de la hipótesis de la eficiencia de los mercados y los modelos de valoración de los activos financieros, exponiéndose las explicaciones que se dan tanto desde las finanzas tradicionales como desde las finanzas del comportamiento. En segundo lugar, se hace una extensa revisión de la literatura, estructurando los artículos publicados hasta el momento en tres grandes grupos: (a) teóricos, (b) empíricos y (c) cualitativos. Se hace especial énfasis en los modelos de la distancia, porque va a ser el modelo que servirá de base al modelo que se planteará en esta tesis, y el de la cointegración, porque es el segundo método más utilizado hasta el momento en el desarrollo de la estrategia de pares.

En el capítulo 3, se formulan las hipótesis que van a ser contrastadas y se exponen los modelos que se van a aplicar. La investigación empírica consta de dos fases. En la primera fase, se implanta el modelo de *pairs trading* propuesto en Gatev et al. (2006) a las acciones que forman o han formado parte de los índices Ibex 35, Euro Stoxx 50, Europe Stoxx 50 y Europe Stoxx 600, así como de las carteras de más de diez acciones (veinte para el índice Europe Stoxx 600) que resulten de aplicar los criterios país, moneda, industria, supersector, tamaño y estilo. Este modelo se completa con un análisis de sensibilidad de los resultados a distintos niveles de divergencia para ejecutar las operaciones y con la introducción de una regla de limitación de pérdidas (*stop loss*). En la segunda fase, se introducen las cinco variables elegidas para mejorar la rentabilidad del modelo inicial de la estrategia de pares (beneficio por acción a 12 meses, valor contable

por acción, precio objetivo, recomendación y número de estimaciones) y se expone la justificación de su elección. A lo largo de este capítulo se explican detenidamente las hipótesis, bases de datos utilizadas y distintas etapas del procedimiento hasta llegar al cálculo de los resultados de la estrategia.

En el capítulo 4, se exponen los resultados de la prueba empírica realizada. Se dará respuesta a las tres hipótesis enunciadas en el capítulo 3 sobre (a) la rentabilidad de la estrategia de *pairs trading* en las muestras descritas, (b) el impacto de la introducción del criterio de limitación de pérdidas y (c) el impacto en la rentabilidad de la incorporación de variables reflejo del riesgo idiosincrásico de las empresas que conforman los pares.

En el capítulo 5, se presentarán las conclusiones de la investigación desarrollada, así como líneas futuras de investigación.

Adicionalmente, se incluye la bibliografía utilizada para la elaboración de esta tesis y los anexos donde se exponen los datos cuantitativos de la misma.



## Capítulo 2. La estrategia de *pairs trading*: estado de la cuestión

### 2.1. Introducción: concepto y definición.

La estrategia de *pairs trading* es una popular estrategia de arbitraje estadístico<sup>3</sup> que trata de beneficiarse de las ineficiencias de los mercados financieros (Perlin, 2007). El concepto es muy simple: encontrar pares de activos financieros cuyos precios de mercado se muevan paralelamente a largo plazo para sacar beneficio de las posibles desviaciones sobre la relación central y de su posterior corrección, mediante la simultánea venta del activo que presenta un encarecimiento relativo y compra del otro activo financiero y subsiguientes operaciones contrarias (Gatev et al., 2006). Con esta estrategia se intenta circunvalar el problema de la valoración de los activos financieros en términos absolutos, mediante la utilización de precios o valoraciones relativas los cuales son, a priori, más fáciles de determinar. Así, su objetivo no es determinar el precio en términos absolutos de ningún activo financiero sino el precio relativo de dos activos financieros que, si tienen características similares, también deberían tener precios similares (Vidyamurthy, 2004).

La introducción de esta estrategia en la práctica se atribuye a Nunzio Tartaglia<sup>4</sup>, quien reunió a un grupo de matemáticos, físicos e informáticos en los años 80 en el

---

<sup>3</sup> La estrategia de *pairs trading* es considerada por algunos autores como el antecedente del arbitraje estadístico, llegándose a utilizar los términos indistintamente. Sin embargo, este segundo término incluye una gran variedad de estrategias con elementos comunes (Avellaneda y Lee, 2010).

<sup>4</sup> También se cita a Gerald Bamberger, matemático de Morgan Stanley hasta 1985, como el "inventor desconocido" de la estrategia, al diseñar en 1982 un algoritmo para cubrir acciones pertenecientes a empresas del mismo sector (Thorp, 2005).

banco de inversión americano Morgan Stanley, y que desarrollaron sofisticadas estrategias cuantitativas para explotar oportunidades de arbitraje en los mercados de renta variable con un notable éxito. Entre ellas se encontraba la estrategia de *pairs trading* (Gatev et al., 2006). Sin embargo, la idea había estado presente desde el nacimiento de los mercados organizados. Así, uno de los considerados grandes secretos de las técnicas de ejecución de Jesse Livermore (uno de los mejores *traders* en la historia) era el seguimiento de pares de acciones y no de acciones aisladas (Smitten, 2005), aunque evidentemente con una menor sofisticación matemática. A partir de los éxitos del grupo de Tartaglia, entidades financieras y, fundamentalmente, *hedge funds* han desarrollado algoritmos relacionados con esta estrategia con el objetivo de obtener una rentabilidad superior a la media de los mercados. Sin embargo, "los artículos publicados sobre esta materia son escasos debido al carácter reservado" (Do et al., 2006, pág. 1) de la mayoría de estos algoritmos, los cuales no son públicos porque constituyen la base de la ventaja competitiva de las entidades que los desarrollan sobre otros participantes. En los últimos años, sin embargo, se ha incrementado notablemente la publicación de estudios sobre la estrategia de *pairs trading*.

La utilización en la gestión de activos financieros de estrategias que, como la de *pairs trading*, implican la simultánea compra de un activo y venta de otro que no se posee supuso un cambio fundamental en la forma tradicional de invertir. La gestión tradicional trata de encontrar acciones infravaloradas en el mercado para comprarlas y obtener retornos de su hipotética revalorización. Cuando esta se produce, el activo financiero es vendido y sustituido por otro que se considere infravalorado. Sin embargo, los gestores tradicionales no podían aprovechar un hipotético descenso del precio de títulos que se encuentren sobrevalorados. Las nuevas estrategias permiten obtener retornos tanto de las acciones que se cree están infravaloradas y que, en consecuencia,

deberían revalorizarse, como de las sobrevaloradas y cuyo precio debería caer. Esta actividad favorece la eficiencia de los mercados. Como, además, hay menos actores económicos que puedan realizar ventas al descubierto (*short selling*) en general se pueden obtener mayores rentabilidades con las acciones sobrevaloradas (Jacobs y Levy, 1993).

Esta estrategia puede aplicarse a cualquier clase de activo financiero, no solamente a los títulos de renta variable. Tras Gatev et al. (1999), que aplicaba esta estrategia a los precios de acciones americanas entre 1962 y 1997, se han sucedido informes con aplicaciones a bonos, tipos de cambio, ETF e incluso energía o materias primas, entre otros (Bloer–Plater y Nisar, 2010). Siempre que se puedan encontrar dos activos en un mercado financiero cuyo comportamiento sea similar, se podrá aplicar la estrategia de *pairs trading* y testar su rentabilidad.

La estrategia de *pairs trading* presenta dos características relevantes: (a) es una estrategia de inversión neutral y (b) es una estrategia de arbitraje estadístico o valor relativo. Estas características están incluidas en la siguiente definición formal:

“*Pairs trading*: estrategia de inversión no direccional y de valor relativo, que busca identificar dos compañías con características similares cuyas acciones estén actualmente cotizando con una relación entre sus precios que está fuera de su rango de cotización histórico. Esta estrategia de inversión implica la compra de la acción infravalorada y la venta de la acción sobrevalorada, manteniendo por tanto la neutralidad de mercado” (Ehrman, 2006, pág. 2).

Una estrategia de inversión neutral es una estrategia cuyos “retornos proceden del comportamiento de la relación entre la acción comprada y la vendida, siendo irrelevante que el retorno provenga de las acciones individualmente consideradas o de la cartera” (Ehrman, 2006, págs. 27–28). Así, el beneficio que se obtiene es independiente del movimiento que haya realizado el mercado en su conjunto. Esta técnica, al comprar y vender activos financieros de una determinada clase de forma simultánea, consigue neutralizar el riesgo de la clase de activos financieros de que se trate, permaneciendo exclusivamente el riesgo idiosincrático del emisor (Jacobs y Levy, 2005).

Las estrategias de mercado neutrales no están circunscritas al ámbito de la renta variable, sino que se pueden implantar con otros activos financieros, como la deuda soberana, las titulizaciones de activos o los bonos convertibles. Asimismo, existen diferentes tipos de neutralidad: (a) de acciones; (b) de la inversión monetaria (*dollar neutrality*); (c) de sector; y (d) de beta. La neutralidad de acciones supone invertir en el mismo número de acciones tanto en la posición comprada como en la vendida: es una opción raramente utilizada porque el precio en valor absoluto de las acciones es en sí mismo irrelevante. La neutralidad de la inversión monetaria implica que la cantidad de dinero que se utiliza es la misma en la acción comprada y en la vendida, por lo que la inversión inicial en la ejecución de la posición es cero<sup>5</sup>. Es el tipo más común de neutralidad. La neutralidad de sector implica evitar los movimientos de mercado que afecten a un determinado grupo de sectores. La neutralidad en la beta necesita que la volatilidad de las dos acciones que forman el par respecto al mercado sea similar para que la rentabilidad de la estrategia no dependa del movimiento del mercado (Ehrman, 2006).

---

<sup>5</sup> En la práctica no es cero si se tienen en cuenta las garantías o colateral que hay que poner para pedir prestadas las acciones que se van a vender y que pueden superar el 100% del valor nominal (Jacobs y Levy, 2005).

El arbitraje estadístico es una estrategia que se beneficia de la existencia de una oportunidad en el mercado para obtener un beneficio sin riesgo, que es independiente de cualquier modelo de equilibrio de valoración de activos y su propia existencia es incompatible con el concepto de eficiencia de los mercados (Hogan et al., 2004). Arbitraje se define como "la simultánea compra y venta de un título para beneficiarse de una diferencia entre los precios" (Whistler, 2004, pág. 1). El término arbitraje estadístico incluye diferentes estrategias, las cuales tienen en común: (a) las señales para ejecutar una operación se producen de forma sistemática o basadas en unas reglas; (b) la cartera es neutral respecto al mercado; y (c) el mecanismo para generar los retornos es estadístico (Avellaneda y Lee, 2010).

El concepto de arbitraje estadístico está vinculado al de valor relativo: es una estrategia en la que se asume que es más fácil estimar la evolución de la relación entre dos acciones que la dirección que tomará el mercado en su conjunto (Vidyamurthy, 2004). Así, de acuerdo a la Ley del Precio Único (*The Law of One Price*) activos idénticos deben tener el mismo precio casi siempre. Si surgen diferencias, se comprará el activo con el precio más bajo y se venderá el activo con el precio más alto, lo que provocará un ajuste inmediato en el precio de ambos, eliminándose la diferencia (Burton y Shah, 2013).

Generalmente se identifica la estrategia de *pairs trading* con arbitraje estadístico, aunque en realidad es una estrategia de arbitraje en el sentido amplio y, dependiendo de la forma de identificar los pares, se puede distinguir entre: (a) fundamental; (b) estadística; y (c) de riesgo.

- (a) Los pares fundamentales se identifican al compartir factores de riesgo, por ejemplo, por pertenecer a un mismo sector, y su correlación se mantiene durante un largo periodo de tiempo.
- (b) La estrategia de arbitraje estadístico de pares implica la utilización de métodos matemáticos o estadísticos para la selección de los pares y posterior ejecución de las operaciones.
- (c) Los pares de arbitraje de riesgo están relacionados con eventos como fusiones y adquisiciones de empresas y duran un corto periodo de tiempo (Vidyamurthy, 2004; Alrasheedi y Al-Ghamedi, 2013).

Tras más de veinticinco años de utilización de esta estrategia por parte de la comunidad inversora internacional, se siguen obteniendo resultados positivos en la realidad. Desde un punto de vista académico, todavía es una práctica poco analizada que pone en cuestión hasta la hipótesis de la eficiencia de los mercados en su forma débil, al estar basada principalmente en los precios pasados.

## **2.2. El marco teórico de la estrategia de *pairs trading*: una anomalía de los mercados financieros.**

La estrategia de *pairs trading* es considerada una anomalía de los mercados de capitales. Las anomalías se definen como “desviaciones de la estimación de la teoría de la eficiencia de los mercados. Estas anomalías se manifiestan como retornos ajustados al riesgo predecibles y distintos de cero” (Khan, 2011, pág. 3).

La hipótesis de la eficiencia de los mercados (EMH) ha sido uno de los paradigmas de las finanzas modernas desde su introducción de forma independiente, aunque casi

simultánea, por Samuelson (1965) y Fama (1965a, 1965b, 1970). Desde entonces se han sucedido los estudios para corroborarla o refutarla, surgiendo un amplio campo investigador sobre las anomalías en los mercados financieros. El problema para testar la teoría de la eficiencia de los mercados es que cualquier experimento que trate de contrastar la hipótesis de que los retornos ajustados al riesgo son cero de media es a su vez un test sobre el modelo económico asumido para determinar esos retornos esperados. Un resultado negativo puede ser debido al incumplimiento de cualquiera de las dos hipótesis y, por tanto, no ser definitivo en relación a la teoría de la eficiencia de los mercados. Es el problema que el propio Fama denominó de la hipótesis conjunta (Fama, 2014).

En el presente epígrafe se expondrán, en primer lugar, la teoría de la eficiencia de los mercados; en segundo lugar, los modelos más relevantes sobre los retornos esperados en los mercados financieros; en tercer lugar, las anomalías más importantes observadas en los mercados de capitales; y, en cuarto lugar, la estrategia de *pairs trading* como una anomalía de los mercados financieros.

### **2.2.1. La teoría de la eficiencia de los mercados**

La teoría de la eficiencia de los mercados (EMH), junto a la teoría de selección de carteras, introducida por Markowitz en 1952, el modelo de valoración de activos (*Capital Asset Pricing Model* o CAPM) de Sharpe (1965), las proposiciones de Modigliani y Miller sobre la estructura financiera de las empresas (1958) y los trabajos de Black, Scholes y Merton para la valoración de opciones a principios de los años setenta, son las teorías centrales de las finanzas modernas (Bernstein, 2007).

La definición de mercado eficiente ha ido experimentando variaciones desde sus orígenes. En la actualidad, una definición que podría ser generalmente aceptada es que un mercado es eficiente "cuando los precios se ajustan a la nueva información sin retraso y, en consecuencia, no existen oportunidades de arbitraje que permitan a los inversores obtener retornos superiores a la media sin asumir riesgos también mayores que la media" (Malkiel, 2005, pág. 1). En definitiva, ningún inversor conseguirá obtener de forma sistemática rentabilidades que sean superiores a la media del mercado.

La dificultad de predecir los precios de las acciones está ampliamente documentada en los trabajos académicos. Este capítulo no trata de realizar una revisión completa de la literatura sobre la hipótesis de la eficiencia de los mercados, que se puede encontrar en Dimson y Mussavian (1998) o en Sewell (2011), sino que se expondrán los hitos más relevantes en la formulación de la misma.

Louis Bachelier, considerado el precursor de las finanzas modernas, iniciaba su tesis doctoral "Théorie de la spéculation", defendida en 1900, afirmando que "las influencias que determinan los movimientos de la bolsa son innumerables, los sucesos pasados, presentes o incluso futuros, a menudo con ninguna conexión aparente, afectan su comportamiento." (Bachelier, 1900, pág. 21). Además de la imposibilidad de modelizar exactamente el comportamiento del mercado bursátil por el elevado número de factores que intervienen, declara que "el mercado no cree, en un instante determinado, si su curso verdadero será al alza o a la baja" (Bachelier, 1900, pág. 32), concluyendo que "la esperanza matemática de un especulador es cero" (Bachelier, 1900, pág. 34).

Tras la publicación de una gran cantidad de artículos sobre el comportamiento aleatorio de los precios bursátiles, en 1965 Samuelson y Fama introducen, desde puntos de vista diferentes, una formalización de la hipótesis de la eficiencia de los mercados

que será finalmente completada por Fama (1970) y que fue el origen de una ingente actividad investigadora, tanto a favor como en contra de esta hipótesis, que continúa en la actualidad.

Samuelson (1965) desarrolla el teorema general del comportamiento estocástico de los precios de las acciones y afirma que el movimiento del precio de una acción en un periodo determinado es independiente del movimiento en otro periodo sucesivo, aunque la media esperada de dicho movimiento es constante para periodos de tiempo iguales y no simplemente cero, como establecía la teoría de la martingala.

Fama (1965) expone que un mercado eficiente era definido por los teóricos del paseo aleatorio como "un mercado donde hay un gran número de intervinientes racionales compitiendo activamente para maximizar sus beneficios, con cada uno de ellos intentando predecir el valor de mercado futuro de las acciones individuales y en el cual la información relevante está casi libremente disponible para todos los participantes" (Fama, 1965, pág. 56). En los mercados eficientes, el precio en cada momento refleja todos los efectos de la información contenida en los sucesos pasados, así como de los hechos futuros esperados por el mercado. El precio en un determinado momento es, por tanto, "una buena estimación del valor intrínseco de la acción" (Fama, 1965, pág. 56). El cambio de los valores intrínsecos se produce con la llegada de nueva información que, de media, se refleja instantáneamente en el precio de las acciones (Fama, 1965).

Finalmente, Fama (1970) hace una exhaustiva revisión de la literatura teórica y empírica previa, se formula una definición sobre la eficiencia de los mercados que se ha mantenido prácticamente hasta la actualidad, se establecen las hipótesis implícitas del modelo y se formulan los test de eficiencia débil, semi-fuerte y fuerte, según la información relevante que debe estar reflejada en los precios.

Así, se dice que "un mercado que siempre refleja totalmente la información disponible es denominado eficiente" (Fama, 1970, pág. 383). Las condiciones suficientes, aunque no necesarias, que debe cumplir un mercado para ser eficiente son: (a) no hay costes de transacción; (b) la información es gratuita para todos los participantes en el mercado; y (c) todos los actores están de acuerdo con las implicaciones que los hechos tienen en el precio de las acciones, esto es, son racionales (Fama, 1970). Además, no deben existir límites para el arbitraje: si en algún momento aparecen valoraciones erróneas de los activos motivadas por actores irracionales, los inversores racionales las detectarán inmediatamente y las eliminarán (Khan, 2011).

Adicionalmente, Fama divide la información relevante que puede ser reflejada en los precios de los activos por los mercados en tres apartados, aplicando distintos análisis: (a) los estudios sobre la denominada forma débil, donde la información relevante es solamente los datos de los precios pasados; (b) los análisis sobre la forma semi-fuerte donde la cuestión es si los precios reflejan plenamente toda la información pública disponible y, finalmente, (c) los test sobre la forma fuerte donde se intenta comprobar que los precios de las acciones reflejan toda la información pública o privada disponible (Fama, 1970).

El problema para confirmar o rechazar todas estas hipótesis es la necesidad de utilizar una teoría económica de los retornos esperados, que se expondrán en el siguiente epígrafe. Fama utilizó el modelo de Sharpe-Lintner, el único disponible en el momento de la publicación del artículo (Fama, 1970). Aquí se produce el problema de la hipótesis conjunta, que se mencionó anteriormente: los análisis sobre la eficiencia juzgan si los retornos reales se ajustan a los retornos esperados por un determinado modelo. Desechar la hipótesis puede ser debido al rechazo de cualquiera de las dos hipótesis: la eficiencia de los mercados o el modelo de los retornos esperados (Fama, 2014).

## 2.2.2. Los modelos de valoración de activos

Los modelos de valoración de activos son necesarios para determinar el retorno esperado de un título y, en consecuencia, poder calcular a posteriori la desviación del rendimiento real respecto al rendimiento esperado y poder determinar si se ajusta a la teoría de la eficiencia de los mercados y al modelo de valoración utilizado. En general, las teorías se han centrado en determinar cuál es el valor fundamental (también denominado, valor intrínseco) del activo para lo que es necesario fijar la rentabilidad exigida. Si el mercado es eficiente, no debe haber diferencia entre el valor intrínseco y el precio de mercado del activo que se trate.

La primera definición teórica sobre el valor de una acción se debe a John Burr Williams (1938) quién afirmó que una "acción vale el valor presente de todos los dividendos que le vayan a ser pagados en el futuro, no más, no menos. La compra de una acción representa el intercambio de bienes presentes por bienes futuros, como en otros casos donde se generan intereses" (Williams, 1938, pág. 80). Extrapolando esta afirmación al resto de activos financieros, se podría enunciar que el valor actual de cualquier activo financiero es igual a la suma de los flujos de caja futuros descontados. Asimismo, en el supuesto de que los mercados de capitales sean eficientes, el valor de mercado de un activo financiero debe reflejar el valor presente de esos flujos de caja, incluyendo los de las oportunidades de inversión que puedan aparecer en el futuro (Jensen y Smith, 1984). Matemáticamente, se formularía de la siguiente forma:

$$P_j = E(\sum_{i=1}^n FD_i \cdot X_{ji}) \quad \text{Ecuación 1}$$

donde:

$P_j$  es el valor fundamental del activo financiero  $j$ ,

$E$  refleja las expectativas,

$FD_i$  son los factores de descuento para cada momento temporal  $i$ ,

$X_{ji}$  es el flujo de caja previsto para el activo  $j$  en el momento  $i$ .

Del cambio de enfoque de la investigación en finanzas desde un análisis normativo a uno positivo<sup>6</sup> durante los años cincuenta del siglo XX, surgió la primera teoría positiva sobre la determinación del precio de las acciones, el modelo de valoración de activos financieros (*Capital Asset Pricing Model*, conocido por sus siglas CAPM). A partir de este modelo se desarrollaron extensiones, entre las que, sin ánimo de exhaustividad, se repasará la teoría del arbitraje de precios (*Arbitrage Pricing Theory* o APT)<sup>7</sup>. Todos los modelos tratan de determinar el factor de descuento partiendo de la premisa de que el retorno esperado es igual al tipo de interés libre de riesgo más la prima de riesgo del activo. Esta prima de riesgo, a su vez, puede separarse entre el precio del riesgo y la cantidad de riesgo y, si bien el precio del riesgo es igual para todos los activos, la cantidad de riesgo es diferente por lo que para calcular los retornos finales hay que finalmente determinar el riesgo de la acción individual (Khan, 2011).

---

<sup>6</sup> Una teoría normativa está basada en opiniones, es subjetiva y no puede ser contrastada. Responde al mundo de lo que debería ser. Una teoría positiva está basada en hechos, es objetiva y puede ser contrastada. Responde al mundo real (Velasquez, 2008).

<sup>7</sup> Para una mayor profundización en las teorías de valoración de activos, véase Cochrane (2001).

### **a. El modelo de valoración de activos financieros (CAPM)**

Sharpe (1964) y Lintner (1965a, 1965b) publicaron prácticamente de forma casi simultánea una teoría positiva para la determinación del precio de los activos partiendo del modelo normativo de selección de carteras de Markowitz, presentado en 1952. De acuerdo al modelo de Markowitz, para cada nivel de riesgo existe una cartera que es un óptimo en términos de rentabilidad: es la denominada cartera eficiente. El riesgo de cada cartera depende de la covarianza entre los títulos que conforman la cartera, y no del riesgo medio de los mismos. La diversificación consigue incrementar el retorno esperado sin incrementar el riesgo cuando los activos que se incorporan tienen bajas covarianzas, es decir, el comportamiento relativo entre ellos no está correlacionado. Esto es debido a que, si bien el retorno medio esperado de la cartera es la media de los retornos esperados de los activos individualmente considerados, la varianza de la cartera no es igual a la media de las varianzas. El conjunto de carteras de rentabilidad máxima para cada nivel de riesgo determinado es denominado frontera eficiente (Markowitz, 1952).

El CAPM parte del modelo de media–varianza de selección de carteras y, considerando las decisiones del conjunto de inversores, los cuales, a diferencia de en la teoría de Markowitz, tienen las mismas expectativas de retornos, varianzas y covarianzas para todos los activos (Sharpe, 1964), llega a unos precios de equilibrio de mercado a los cuales se oferta y demanda la misma cantidad (Burton y Shah, 2013). La cartera representativa del mercado será la misma para todos los inversores, aunque tengan distintas propensiones al riesgo.

Lintner señala explícitamente que “el retorno mínimo para invertir fondos en un proyecto con riesgo es un función creciente que tiene en cuenta los siguientes cinco factores: (a) el tipo libre de riesgo; (b) el precio de mercado del riesgo; (c) la varianza

de los retornos esperados del valor presente del propio proyecto (d) la covarianza del retorno esperado del proyecto respecto a otros activos que pudiera mantener la compañía; y (e) la covarianza total del proyecto con el resto de proyectos incluidos en el presupuesto de inversión” (Lintner, 1965, pág. 14), para finalmente establecer que, en equilibrio, el precio de un acción refleja la contribución del activo al riesgo total de la cartera, que se mide por la covarianza de su retorno esperado frente a los retornos de la cartera de todos los activos representando al mercado.

La formulación más simple del CAPM es la siguiente:

$$E(R_j) = R_f + \beta_j * (E[R_m] - R_f) \quad \text{Ecuación 2}$$

donde:

**E(R<sub>j</sub>)** es el retorno esperado del activo *j*,

**R<sub>f</sub>** es el tipo de interés libre de riesgo,

**β<sub>j</sub>**<sup>8</sup> es la relación de los retornos del activo *j* y de la cartera del mercado que se calcula como la covarianza entre el retorno del activo y el mercado dividido por la varianza del retorno del mercado.

**E[R<sub>m</sub>]** es el retorno esperado de la cartera del mercado

---


$$^8 \beta_j = \frac{\text{cov}(\text{retornos esperados de } j, \text{ retornos esperados del mercado})}{\text{varianza}(\text{retornos esperados del mercado})}$$

El CAPM establece el retorno esperado para una acción dentro de una cartera. En dicho entorno, el riesgo relevante es el riesgo denominado sistemático que se define como la variabilidad de los retornos esperados de la acción ante cambios en los retornos esperados del mercado o cuan sensible es el retorno de la acción ante cambios en el nivel del mercado y se mide por la  $\beta$ , ya que se entiende que el riesgo de una acción depende de su influencia en la cartera total y no de su comportamiento individual. Este riesgo sistemático, una vez incorporado a la cartera, no puede ser eliminado o reducido a través de la diversificación. Está relacionado con el nivel de actividad económica y responde a los cambios en la misma. El riesgo no sistemático o específico de la acción (la segunda parte del riesgo total) puede ser eliminado, por el contrario, gracias a la diversificación (Sharpe, 1964). El riesgo de una cartera es, por tanto, un "reflejo de la incertidumbre acerca de la evolución del mercado" (Modigliani y Pogue, 1974).

Así, el retorno total de una acción es igual al retorno que se denomina sistemático, por la parte correlacionada con el mercado, más el retorno no sistemático, que es independiente de la evolución del mercado y está referido a factores únicos de la empresa. Siguiendo a Modigliani y Pogue (1974), se podría expresar de la siguiente manera:

$$E(R_j) = \beta_j * E(R_m) + \varepsilon \quad \text{Ecuación 3}$$

El primer factor es el correspondiente al retorno sistemático y el segundo al no sistemático. Normalmente, se suele reescribir la Ecuación 3 de tal manera que  $\varepsilon$  sea de media cero. Para lograrlo, se introduce un nuevo parámetro  $\alpha$  (*alfa*) que representa el error no sistemático medio y que, matemáticamente, coincide con el punto de intersección del eje retorno de la acción con la recta de la regresión de los retornos de la acción y del mercado.

$$E(R_j) = \alpha_j + \beta_j * E(R_m) + \varepsilon \quad \text{Ecuación 4}$$

A partir de esta expresión, se pueden estimar los riesgos sistemático y no sistemático o idiosincrático de una acción:

$$\text{Riesgo sistemático}_j = \beta_j * \sigma_m \quad \text{Ecuación 5}$$

$$\text{Riesgo no sistemático}_j = \sigma_\varepsilon \quad \text{Ecuación 6}$$

donde:

$\sigma_m$  es la desviación típica del retorno esperado del mercado y

$\sigma_\varepsilon$  es la desviación típica del residuo.

En conclusión, el CAPM establece que el retorno esperado de una acción es función de una única variable, el retorno esperado del mercado. Este modelo, además de ser el primero que fue formalizado, tiene la virtualidad de su sencillez y fácil comprensión. Sin embargo, han sido numerosos los artículos que muestran la variación estimada de los retornos de las acciones no está relacionada exclusivamente con la variación de la rentabilidad del mercado (Fama y French, 2004).

## **b. La teoría del arbitraje (APT)**

Stephen A. Ross propuso la Teoría del Arbitraje de los Precios (*Arbitrage Pricing Theory* o APT) en 1976, que, aunque considerada una de las extensiones básicas del CAPM, se diferencian en la forma de llegar a los precios de equilibrio ya que la APT

encuentra el equilibrio desechando las oportunidades de arbitraje, y no manteniendo carteras óptimas de activos de acuerdo a la teoría de carteras como el CAPM.

La APT es un modelo multifactorial<sup>9</sup> donde los retornos de una acción están determinados por la sensibilidad de los mismos a determinados factores, que son compartidos con el resto de acciones, más un retorno denominado idiosincrático, que es la parte no explicada por los factores. Esta teoría está basada en la premisa de que la rentabilidad de dos activos que compartan los mismos factores de riesgo debe ser idéntica y, por tanto, se debe cumplir la ley del precio único (*Law of One Price*) que afirma que activos financieros que compartan los mismos factores de riesgo deberían cotizar a un mismo precio (Falkenstein, 2009).

Formalmente, se formularía de la siguiente manera:

$$E(R_j) = \beta_{1,j} \cdot E(R_1) + \beta_{2,j} \cdot E(R_2) + \dots + \beta_{k,j} \cdot E(R_k) + \varepsilon \quad \text{Ecuación 7}$$

donde:

$\beta_{k,j}$  es la sensibilidad de la acción  $j$  al factor de riesgo  $k$ .

$E(R_k)$  es la rentabilidad esperada del factor de riesgo  $k$ .

---

<sup>9</sup> Dependiendo del tipo de factores utilizados, los modelos multifactoriales pueden ser: (a) estadísticos, (b) económicos, o (c) fundamentales (Vidyamurthy, 2004).

Según la APT, el retorno esperado de una acción es función lineal de los factores considerados por las sensibilidades más un retorno específico ( $\epsilon$ ) que no está correlacionado ni con los factores, ni con el retorno específico de otras acciones y se suele asumir igual a cero de media (Vidyamurthy, 2004).

La APT no identifica el conjunto de factores que han de ser analizados para determinar la rentabilidad de las acciones. En general, se suele considerar como primer factor el riesgo de mercado (como en el CAPM), al que se pueden añadir factores macroeconómicos, como los tipos de interés, la pendiente de la curva de tipos o factores fundamentales relacionados con la empresa o la industria en que la empresa desarrolla su negocio. También se pueden utilizar técnicas estadísticas, como el análisis factorial o el análisis de componentes principales en los que no hace falta determinar explícitamente los factores, aunque su interpretación a veces es difícil (Falkenstein, 2009).

### **2.2.3. Las anomalías en los mercados financieros**

En los mercados financieros se han observado episodios en los que los retornos que se obtienen no pueden ser explicados por las medidas de riesgo estándares y que, por tanto, pueden poner en cuestión la hipótesis de la eficiencia de los mercados: son las denominadas anomalías. Una anomalía es un resultado empírico que parece "inconsistente con las teorías existentes sobre el comportamiento de los precios de los activos... indicando bien ineficiencia de los mercados (y, por tanto, existencia de oportunidades de beneficios) o inadecuación del modelo de los precios de los activos" (Schwert, 2003,

pág. 940). Allí donde se encuentre una anomalía, se puede diseñar una estrategia de inversión<sup>10</sup>.

La literatura sobre las anomalías en los mercados financieros, principalmente en el mercado de renta variable, es muy exhaustiva. Las anomalías se pueden clasificar entre (a) transversales y (b) temporales (Schwert, 2003; Keim, 2008).

Las anomalías transversales se refieren a aquellos patrones de comportamiento entre acciones con los que se obtienen retornos ajustados al riesgo anómalos, es decir, qué conjunto de acciones tendrá un mejor comportamiento en un determinado momento del tiempo y permitirá obtener rendimientos adicionales a los que les corresponderían por su riesgo. Las anomalías clásicas incluidas en esta tipología son, entre otras<sup>11</sup>:

- (a) El efecto valoración: las acciones que presentan ratios de valoración bajas presentan mejor comportamiento que las que cotizan a ratios elevadas.
- (b) El efecto tamaño: las acciones de empresas de pequeña capitalización presentan rendimientos bursátiles superiores a los de las empresas de gran capitalización.
- (c) El efecto comportamiento o *momentum* a corto plazo y el efecto de reversión a la media a largo plazo: las acciones que han tenido un mejor comportamiento en el pasado reciente tienden a tener un comportamiento mejor en el futuro cercano que las empresas que han observado un peor comportamiento, mientras que a largo plazo se impone la reversión a la media (Dunham, 2011).

---

<sup>10</sup> Tweedy, Browne Company LLC, Investment Advisers publicó un informe en 1992, actualizado en 2009, en el que recopila unos 50 estudios estructurados en seis bloques sobre estrategias de inversión que producen retornos excepcionales, añadiendo que alguna de estas estrategias es aplicada en la gestión de los activos que administran (Tweedy, Browne Company LLC, 2009).

<sup>11</sup> Véase en Hawawini y Keim (2000) y Subrahmanyam (2010) una revisión de la literatura de las anomalías transversales.

- (d) El efecto sesgo después del anuncio de resultados (EAPD): las sorpresas negativas en resultados implican un peor comportamiento de las acciones.

Las anomalías temporales se refieren a aquellos comportamientos de las acciones en el tiempo que permiten obtener retornos adicionales sobre el esperado. En este caso, se trata de seleccionar el momento del tiempo en que un determinado grupo de acciones tendrá una mejor evolución. Anomalías dentro de este grupo ampliamente documentadas son:

- (a) Predicción del comportamiento futuro de las acciones basado en su comportamiento pasado: autocorrelación.
- (b) Predicción del comportamiento futuro basado en variables observables ex – ante, como, por ejemplo, tipos de interés e inflación.
- (c) Estacionalidad: el comportamiento en determinados momentos temporales del año es superior al de otros momentos, como el efecto enero, el efecto fin de semana o el efecto principio del día.

En la literatura académica, las explicaciones a las anomalías de los mercados financieros se centran bien en detectar errores que pongan en cuestión la realidad de la anomalía, manteniendo la hipótesis de la eficiencia de los mercados, bien en poner en cuestión alguna de las condiciones que se imponen para que un mercado sea eficiente. Así, siguiendo a Khan (2011), las explicaciones se pueden resumir en cuatro grandes grupos:

- (a) La realidad de la anomalía porque esta puede ser debida, por ejemplo, a una errónea medición del riesgo o a errores estadísticos. Estos estudios, por un lado, ponen en cuestión el modelo subyacente de estimación de retornos utilizado y

suelen proponer modelos que expliquen mejor las anomalías o, por otro lado, argumentan que las anomalías se producen muchas veces por casualidad por lo que son aberraciones estadísticas, y, además, tienden a desaparecer una vez son documentadas (Dimson y Mussavian, 1998).

- (b) La anomalía puede ser explicada por la incertidumbre sobre la estructura racional de los retornos esperados. De acuerdo a la teoría de la eficiencia de los mercados, los inversores tienen un conocimiento completo y opiniones homogéneas sobre los rendimientos futuros de las acciones lo que, en la práctica, no se produce.
- (c) La causa de la anomalía son los sesgos psicológicos de los inversores. Entre estos comportamientos se encuentran, entre otros, la división mental, la sobreconfianza y la sobre-reacción o infra-reacción, el comportamiento ludópata y especulativo, la necesidad de anclajes y el comportamiento en masa (Shiller, 1999).
- (d) Los límites al arbitraje explican la persistencia de precios no acordes con el modelo subyacente. Costes de transacción, imposibilidad de vender a corto, inexistencia de activos financieros sustitutivos, entre otros, pueden impedir que los inversores informados arbitren la ineficiencia, retornando al equilibrio de los precios, y que la misma permanezca en el tiempo.

La interpretación de las anomalías de los mercados financieros depende, fundamentalmente, de la concepción subyacente sobre el funcionamiento de los mercados de capitales: la teoría de la eficiencia de los mercados vs. las finanzas del comportamiento.

Para aquellos autores que suscriben la teoría de la eficiencia de los mercados, se apoyan en el problema de la hipótesis conjunta eficiencia-modelo de retornos para diseñar modelos de retornos esperados que se ajusten de mejor forma al comportamiento de las acciones. El modelo más conocido es el modelo de tres factores de Fama y French: el factor comportamiento del mercado en su conjunto, el factor tamaño de la empresa y

el factor valor contable vs. valor de mercado (Fama y French, 1992; 1993). Carhart (1997) añade el factor *momentum* para crear el modelo de cuatro factores, también muy utilizado en los análisis empíricos. La última novedad es el modelo de cinco factores (Fama y French, 2015), que incluye dos factores adicionales al modelo primitivo: el factor rentabilidad y el factor inversión, y que, según los autores, recoge entre el "71% y el 94% de la varianza de los resultados de las carteras analizadas" (Fama y French, 2015, pág. 19). De todos modos, los modelos desarrollados hasta el momento para calcular los retornos ajustados al riesgo de las acciones están muy lejos de ser definitivos: en ellos se han llegado utilizar hasta 50 variables, pero no aportan claridad en este tema (Subrahmanyam, 2010).

Según las finanzas del comportamiento, algunos de los fenómenos económicos (las anomalías) pueden ser explicados por modelos en los que los agentes económicos no son totalmente racionales (Schwert, 2003; Ritter, 2003). "Racionalidad significa dos cosas: cuando los agentes económicos reciben nueva información actualizan sus creencias correctamente y, adicionalmente, hacen elecciones normalmente compatibles con la noción de utilidad subjetiva esperada" (Barberis y Thaler, 2003, pág. 1053). Acorde a esta escuela de pensamiento, la hipótesis de la eficiencia de los mercados es falsa argumentando los resultados de experimentos sobre la psicología humana y los patrones de predictibilidad de los retornos observados (Burton y Shah, 2013). Las anomalías son analizadas desde los dos grandes bloques de investigación de las finanzas del comportamiento: los límites al arbitraje (que predice cuando el arbitraje es efectivo y cuando no) y el psicológico o cognitivo (que documenta la forma en que la gente se comporta en realidad) (Ritter, 2003). Así, la psicología del inversor permite que aparezcan los errores en los precios mientras que los límites al arbitraje evitan que los inversores sofisticados exploten rápidamente las ineficiencias (Jacobs, 2015).

Los límites al arbitraje analizan las desviaciones de los precios desde su valor fundamental, causadas por agentes no racionales y que no pueden ser corregidas rápidamente por los agentes racionales, como argumenta la hipótesis del mercado eficiente. Así, se argumenta que la imposibilidad de obtener beneficios sin riesgo no implica que los precios sean correctos porque las estrategias de arbitraje pueden (a) tener riesgo y (b) ser costosas. Los riesgos más comunes son (a) el riesgo fundamental porque los activos sustitutos no son idénticos; (b) el riesgo del inversor irracional (*noise trader risk*) que puede seguir invirtiendo de forma irracional impidiendo que los arbitrajistas corrijan el error en precios (Barberis y Thaler, 2003). Se suele argumentar que las dificultades (o incluso imposibilidad<sup>12</sup>) de vender en corto acciones en los mercados reducen las posibilidades del inversor informado para explotar la sobrevaloración de las acciones, por lo que es más común en los mercados encontrar acciones sobrevaloradas que infravaloradas (Stambaugh et al., 2012). Sin embargo, los resultados empíricos sobre la explicación de las anomalías apoyada en los límites al arbitraje no son concluyentes: en un análisis de cien anomalías, los resultados superiores al retorno ajustado al riesgo son similares en los momentos temporales en que se asume que hay mayores límites al arbitraje y en los momentos que no existen estos límites (Jacobs, 2014).

Desde el punto de vista psicológico, las anomalías de los mercados financieros se analizan atendiendo al comportamiento real de los inversores y no al de la teoría tradicional, que asume la maximización del valor esperado de su utilidad. La teoría de las perspectivas argumenta, en primer lugar, que la evaluación de las alternativas se realiza teniendo un nivel de referencia; en segundo lugar, que las personas son conservadoras con las ganancias y arriesgadas con las pérdidas y, finalmente, que a igualdad de cuantía afectan más las pérdidas. A estos argumentos, se unen los sesgos en las percepciones,

---

<sup>12</sup> En España se prohibieron las ventas a corto de las acciones de instituciones financieras en 2011 (Arce y Malloromo, 2014).

como la importancia (*saliency*) que implica dar menos probabilidad a hechos no ocurridos recientemente y más a los ocurridos, el enmarcado (*framing*) que implica que la respuesta correcta no debería depender en la forma de hacer la pregunta o los anclajes por los que las respuestas a una pregunta con información limitada están influenciadas por otros conocimientos recientes (Burton y Shah, 2013). Jacobs (2015) analizando 100 anomalías afirma que en más del 80% de las mismas el impacto del factor sentimiento<sup>13</sup> actúa en la dirección anticipada, aunque solamente en el 40% los resultados tienen relevancia estadística. Concluye afirmando que los indicadores sobre el sentimiento del mercado son un predictor muy potente de las anomalías del mercado y, por tanto, de la consecución de rendimientos adicionales.

#### **2.2.4. La estrategia de *pairs trading* como una anomalía del mercado**

La estrategia de *pairs trading* es considerada una anomalía de los mercados de capitales que puede poner en cuestión hasta la hipótesis de la eficiencia débil porque en principio solamente utiliza los precios pasados de las acciones para obtener rendimientos superiores al retorno ajustado al riesgo justo.

En los últimos trabajos de investigación, se considera ya una anomalía por sí misma (Jacobs, 2014; 2015), pero en estudios previos se ha enmarcado bien dentro de las anomalías causadas por la violación de la ley del precio único (Gatev et al., 2006), bien con las estrategias contrarias o de reversión a la media (Herlemont, 2004).

---

<sup>13</sup> Sentimiento puede ser definido como la creencia acerca de los flujos futuros y los riesgos de la inversión que no está justificada por los hechos conocidos, concretándose en episodios como la tendencia a especular o el optimismo o pesimismo sobre ciertas acciones (Baker y Wurgler, 2006).

### **a. Violación de la ley precio único**

Dos acciones que tengan los mismos retornos esperados en cualquier estado de la naturaleza deben tener el mismo precio acorde a la Ley del Precio Único. De no ser así, se produciría una situación de arbitraje, esto es, la posibilidad de obtener un retorno sin asumir riesgo. El concepto básico de arbitraje sin riesgo implica la posibilidad de replicar los flujos de caja de un activo financiero por una combinación de activos financieros, de tal manera que el precio de la combinación sea similar a la del activo financiero original (Burguess, 2003). La estrategia de *pairs trading* asume que los pares elegidos mantienen un precio relativo semejante. Cuando se produce una divergencia, se puede asumir que es una violación de la ley del precio único y que esta estrategia es una manera de probar esta violación (Gatevet al., 2006).

Argumento semejante es la asunción de que el movimiento paralelo de dos acciones se fundamenta en la teoría del arbitraje, que, como se ha comentado, implica que las acciones están expuestas a los mismos factores de riesgo y que el factor idiosincrásico es de media cero y que, por tanto, deben mantener su relación relativa en precio. Si, en algún momento se rompe esta relación que es aportada por la APT, se espera que se restaure en el medio plazo (Vidyamurthy, 2004).

Esta idea ha dado lugar a numerosas investigaciones sobre acciones que cotizan en mercados distintos o series distintas de acciones que cotizan en el mismo mercado y a las que se aplica una estrategia de pares para analizar su comportamiento<sup>14</sup>. Lamont y Thaler (2003) hacen un repaso sobre los activos financieros donde se suele observar la violación de la ley del precio único: a los ejemplos mencionados, se unen los fondos

---

<sup>14</sup> Véase Hong y Susmel (2004), De Jong et al. (2009), Gagnon y Karolyi (2010) o Schultz y Shive (2010).

de inversión cerrados (ETFs) o las acciones extranjeras que cotizan en ADRs en la bolsa americana. El ejemplo de Royal Dutch–Shell, con acciones (distintas) en la bolsa de Londres y Amsterdam es comúnmente utilizado para ejemplificar el comportamiento de complejos modelos matemáticos.

Los críticos suelen argumentar que los activos no son estrictamente idénticos y no son fungibles, esto es, no se pueden convertir el uno en el otro, características que los investigadores que apoyan la teoría del mercado eficiente requerirían para admitir la existencia de tal anomalía (Burton y Shah, 2013).

#### **b. Estrategias contrarias o de reversión a la media**

La reversión a la media de los retornos de las acciones está analizada desde los años ochenta, cuando ya se argumentaba que “incrementos en los precios esperados en el futuro derivados de incrementos en los retornos esperados estaban compensados por caídas inmediatas de los precios actuales ... dando lugar al componente de reversión a la media” (Fama y French, 1988, pág. 24) y que “los retornos de las acciones muestran autocorrelación positiva a corto plazo y negativa a largo plazo” (Poterba y Summers, 1988, pág. 27). El fenómeno no está exento de controversia, con estudios a favor y en contra (Balvers et al., 2000), aunque los más recientes reconocen la existencia de una tendencia a la reversión a la media, fundamentalmente para las acciones de pequeñas compañías, aunque reduciéndose desde hace unas décadas (Mukherji, 2011).

La reversión a la media implica la tendencia de los precios de las acciones a volver a un determinado camino, lo que implicaría que tras una importante revalorización de la acción siguiera una caída del precio y viceversa. Esta característica es explotada en las

denominadas estrategias contrarias, que conviven con las estrategias de *momentum*<sup>15</sup>, que asumen exactamente lo contrario: lo que sube, sigue subiendo (y al contrario). Del análisis individualizado de una u otra estrategia, se ha pasado al análisis conjunto de ambas obteniéndose, de forma generalizada, que a corto plazo se mantienen la dirección de los retornos y, por tanto, las estrategias de *momentum* obtienen resultados positivos, mientras que a largo plazo se impone la reversión a la media y, en consecuencia, las estrategias contrarias (Forner y Marhuenda, 2003; Balvers y Wu, 2006; Velissaris, 2010; Asness et al., 2013).

En la estrategia de *pairs trading* se asume la tendencia de reversión a la media no del precio o del retorno de las acciones, sino de la relación entre dos acciones, bien sea medida como la diferencia de sus precios normalizados, o como la ratio entre los precios de ambas. Es considerada, por tanto, una estrategia contraria. La diferencia con las estrategias puramente de valor, en las que se espera que el precio revierta a su precio intrínseco según el modelo de valoración que se utilice, es que en la de *pairs trading* se compensan los valores de las dos acciones, permitiendo la sobrevaloración o infravaloración simultánea de ambas, pero manteniéndose la valoración relativa entre los títulos.

La justificación de esta anomalía se ha razonado desde las finanzas del comportamiento con los argumentos de sobre-reacción/infra-reacción, aprendizaje lento, anclajes o valoración irracional, entre otros. Desde las finanzas tradicionales, también se ha justificado la reversión a la media del precio de las acciones por la reversión a la media de los retornos (Spierdijk y Bikker, 2012).

---

<sup>15</sup> Véase Jegadeesh y Titman (2011) para una revisión de las estrategias de *momentum*.

Independientemente de su clasificación, los estudios empíricos sobre la estrategia de *pairs trading* muestran retornos ajustados al riesgo no justificados positivos, como se mostrará en el epígrafe de revisión de la literatura y, por tanto, entra dentro del concepto de anomalía financiera. Aún con todo, no es una estrategia carente de riesgo, como sería una estrategia de arbitraje puro, porque se asume, por un lado, un riesgo que se denominará fundamental que significa que el factor idiosincrático de una de las acciones del par haya sido el causante de la desviación y, por tanto, se no retorne a la relación previa y, por otro lado, el riesgo de que los inversores no racionales sigan manteniendo su postura ya que, aludiendo a una frase atribuida a Keynes “el mercado puede continuar irracional más tiempo que tú puedes permanecer solvente”<sup>16</sup>. La justificación que Nunzio Tartaglia daba esta estrategia es psicológica: “A las personas no les gusta operar contra la naturaleza humana que quiere comprar acciones después de haber subido, no cuando han bajado” (Gatev et al., 2006 citando a Hansell, 1989).

### 2.3. Revisión de la literatura

La estrategia de *pairs trading* ha estado presente en los mercados organizados desde el inicio de los mismos (Gatev et al., 2006). La importante atención que ha tenido entre los inversores y gestores de fondos, principalmente en los *hedge funds*, no ha sido acompañada de un interés similar desde el mundo académico, siendo probablemente la anomalía de los mercados financieros menos analizada y que más interrogantes presenta (Chng, 2009; Jacobs y Webber, 2015)<sup>17</sup>. No existe tampoco un análisis estructurado y

---

<sup>16</sup> Traducción de la frase atribuida a Keynes “The market can remain irrational longer than you can remain solvent”. Recuperado el 1 de agosto de <http://quoteinvestigator.com/2011/08/09/remain-solvent/>.

<sup>17</sup> Sirva como ejemplo que el artículo más citado, *Pairs Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule* de Gatev, Goetzmann y Rouwenhorst, data del año 2006 (con una primera versión en 1999) y cuenta solamente con 395 citas según Google Scholar a 1 de agosto de 2015. *Profitability of momentum strategies: An evaluation of alternative explanations* de Jegadeesh y Titman (2001) tiene 1.898 citas, *Mean reversion in stock prices: Evidence and implications* de Poterba y Summers (1988) 2.577 citas y *Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency* de Jegadeesh y Titman (1993) 7.093 citas.

sistematizado de las publicaciones realizadas, con la salvedad de la revisión de la literatura recientemente presentada en Krauss (2015), quien estructura las publicaciones atendiendo a la metodología utilizada distinguiendo cinco corrientes: (a) el método de la distancia; (b) el método de la cointegración; (c) el método de las series temporales; (c) el método del control aleatorio; y (d) otros métodos (como el análisis de componentes principales). En esta tesis doctoral se realizará asimismo una exhaustiva revisión y sistematización de la literatura sobre la estrategia de pares.

Las líneas de investigación en este campo se pueden resumir en tres grandes grupos:

- (a) Los artículos que versan sobre los modelos matemáticos y estadísticos utilizados en la implantación de la estrategia. El tema más tratado es la modelización del proceso de reversión a la media del diferencial de las dos acciones. Asimismo, se intentan optimizar todos los parámetros y variables utilizados en la estrategia: desde las señales de entrada y salida de las operaciones, hasta la duración del periodo de ejecución. La contrastación empírica de los modelos más complejos se suele realizar bien con un número reducido de pares, bien con datos simulados. Esta línea absorbe gran parte de la investigación realizada hasta el momento.
- (b) Los estudios empíricos en los que se aplican uno o varios modelos a diferentes mercados. El método más utilizado es el método de la distancia (el más popular por su sencillez), con una incipiente actividad en la comparación de los resultados obtenidos con este método y los métodos de cointegración y cópula. Atendiendo a la tipología de activos estudiados, las acciones son los activos financieros más

analizados, aunque también existen informes sobre tipos de cambio, bonos soberanos, ETFs y materias primas. Por geografías, Estados Unidos concentra el mayor número de análisis, en los que se suele utilizar la base de datos de precios del *Center for Economic Policy Research* (CEPR). Las acciones europeas, por el contrario, han suscitado un menor interés de los investigadores académicos, existiendo un número mayor de estudios con acciones de países como Brasil, Turquía, Australia o China.

- (c) Los informes que buscan razones que expliquen la anomalía, esto es, la justificación de los elevados retornos que ofrece según los estudios empíricos realizados. La bibliografía en este campo es muy escasa y centrada en la pérdida de atención del inversor, en el impacto de las presentaciones de resultados y el impacto de los cambios de recomendaciones de los analistas. Esta área presenta un gran potencial para realizar nuevas investigaciones académicas. Asimismo, existe una última línea que intenta aumentar la rentabilidad de la estrategia mediante la introducción de variables adicionales al precio: es también un campo escasamente explorado.

Común a todas las metodologías es la secuencia de procesos que deben ser realizados para la implantación de la estrategia, diferenciándose en las técnicas e hipótesis utilizadas en cada una de las fases que se enumeran a continuación<sup>18</sup>, aunque los estudios hacen distinto énfasis en ellas:

- (a) Seleccionar los pares de activos financieros: es una fase crítica de la estrategia porque se decide cuáles son los pares que se van a controlar en las siguientes

---

<sup>18</sup> Ver en Nath (2004) una enumeración de todas las variables sobre las que hay que tomar una decisión.

fases, aunque, sin embargo, no es objeto de atención por una parte de la literatura. Tener un criterio de fiable para la elección de los pares es una condición necesaria para que la estrategia sea asimismo creíble (Baronyan et al., 2010). Aunque no hay un marco teórico establecido para esta fase, de acuerdo a los artículos publicados, se pueden distinguir dos enfoques: (a) el enfoque que se denominará fundamental y (b) el enfoque estadístico.

Acorde al enfoque fundamental, se elegirán aquellas acciones que a priori deban compartir los mismos factores de riesgo, hecho que se produce tanto en las *dual-listed stocks*<sup>19</sup> (DLS) como en las *cross-listed stocks*<sup>20</sup> (CLS) o en las *dual-class stocks*<sup>21</sup> (DCS) y también en compañías pertenecientes a un mismo sector. Este enfoque es el utilizado en los artículos teóricos que prueban el nuevo modelo en un número limitado de pares y en algún informe empírico como Mashele et al., (2013) que estudia las acciones cotizadas en la bolsa de Johannesburgo. En estos casos, los datos históricos del periodo de formación se utilizan para analizar el comportamiento del diferencial y estimar la distribución y los parámetros relevantes (Liew y Wu, 2013). Aunque a priori las DLS, las CLS o las DCS deberían tener un comportamiento paralelo, es mejor que el mismo esté contrastado estadísticamente por la evolución histórica de los precios de ambas acciones (Do et al., 2006).

---

<sup>19</sup> Una compañía con una estructura de doble cotización (*dual-listed stocks* o DLS), “también denominadas acciones gemelas (*Siamese twin*) implica a dos compañías de diferentes países que acuerdan contractualmente operar sus negocios como si fueran una única empresa, pero retienen su identidad legal separada y las cotizaciones en las bolsas preexistentes” (De Jong et al., 2009).

<sup>20</sup> *Cross-listed stocks* (CLS) son acciones que cotizan en diferentes mercados bursátiles (Do et al., 2006; Atanasova et al., 2014).

<sup>21</sup> *Dual-class stocks* (DCS) son acciones de una misma compañía que tienen los mismos derechos económicos pero distintos derechos políticos (Schultz y Shive, 2010).

El enfoque estadístico trata de establecer la evolución paralela del precio de las acciones o co-movimiento. Este es el enfoque utilizado en gran mayoría de los informes empíricos realizados hasta el momento. La definición de co-movimiento no es unánime en la literatura: existen autores que identifican co-movimiento con correlación mientras que otros argumentan que es un fenómeno más amplio. Barberis et al. (2005) lo definen como la correlación positiva en los retornos de las acciones, Baur (2003) especifica que es el "movimiento común compartido por todos los retornos en un momento de tiempo determinado" (Baur, 2003, pág. 5). Las medidas del co-movimiento más utilizadas en la literatura de la estrategia de pares: (a) la distancia entre los precios normalizados, (b) la correlación de los retornos, y (c) los test de Dickey-Fuller aumentado (ADF), Engle-Granger o Johansen para determinar la existencia de cointegración entre las series de precios. La distancia de los precios normalizados mide la diferencia entre ambos precios una vez normalizados y su media será tanto más cercana a cero cuanto mayor sea el co-movimiento de ambas acciones y es equivalente a la correlación para algunos autores. La correlación entre dos acciones mide la relación entre los retornos de ambas en un periodo de tiempo determinado (Chan, 2009). El concepto de cointegración mide la relación entre los precios de las acciones, estableciendo el equilibrio a largo plazo entre ambas. De este modo, se dice que dos acciones están cointegradas cuando existe una combinación lineal entre ambas en la que la serie de residuos es estacionaria (Murray, 1994). Los conceptos de correlación y cointegración no son equivalentes, refiriéndose el primero a los retornos y con un horizonte cortoplacista y el segundo a los precios y a la relación de equilibrio a largo plazo entre ellos. Las acciones pueden presentar un elevado grado de correlación, pero no de cointegración y viceversa (Alexander et al., 2002). Adicional a la utilización de los métodos estadísticos, la selección puede

ser (a) no restringida, es decir, permitiendo cualquier combinación de acciones o (b) restringida, estableciendo que los pares pertenezcan a un determinado sector, por ejemplo. Los criterios expuestos se aplican durante el denominado periodo de formación, el cual tiene una duración determinada subjetivamente, para elegir aquellos pares que mejor cumplan el criterio establecido.

- (b) La elección del modelo estadístico con el que se va a parametrizar el comportamiento del diferencial de las dos acciones y su proceso de reversión a la media. El diferencial entre las acciones que componen el par ha sido medida de diferentes formas, siendo las más utilizadas: (1) el diferencial de los precios normalizados (por media o por media y varianza); (2) el diferencial de los retornos; (3) la ratio entre los precios y (4) el diferencial del logaritmo de los precios. En el análisis del proceso de reversión a la media se utilizan diversos modelos, desde los tradicionales basados en el análisis de series temporales o en el análisis multivariante (como el vector de corrección de errores, o VEC, o el análisis de componentes principales, o PCA) hasta los más novedosos como las redes neuronales o los algoritmos genéticos (Al-Naymat, 2013).
  
- (c) Monitorizar la evolución de los pares elegidos para detectar una desviación en el comportamiento relativo de los precios durante un periodo determinado: es el periodo de ejecución o *trading* y su duración también se establece subjetivamente. La determinación del criterio de entrada suele ser subjetivo: la mayoría de los estudios utilizan una desviación del precio relativo de las dos acciones de más/(menos) dos desviaciones típicas sobre la media del diferencial calculado según el modelo que se haya utilizado. Una cifra muy pequeña en la desviación

elegida implicará numerosas operaciones con un beneficio esperado por operación asimismo pequeño. Una desviación muy elevada reducirá el número de transacciones, pero aumentará el beneficio teórico por transacción (Perlin, 2009).

- (d) Comprar la acción relativamente infravalorada y vender la sobrevalorada. El importe invertido en cada acción dependerá de la estrategia de mercado neutral que se quiera implantar: la denominada "*dollar neutral*" o autofinanciada, esto es, se invierte la misma cantidad de dinero en ambas acciones por lo que la inversión inicial es cero, es la más común, pero también pueden utilizarse estrategias de neutralidad de la beta, el número de acciones o el sector (Ehrman, 2006).
- (e) Esperar la convergencia o la finalización del periodo de tiempo establecido para que esta se produzca. El criterio de salida es también fijado subjetivamente. La salida obteniendo beneficio se suele fijar en el retorno al valor medio del diferencial. La salida con pérdidas se produce bien porque se agota el tiempo fijado sin haberse producido la convergencia, bien porque se fija un nivel de pérdida máxima (*stop loss*) aunque esta última posibilidad no es muy utilizada.
- (f) Medir la rentabilidad y el exceso sobre el retorno ajustado al riesgo: al no realizarse inversión real, hay que definir que se considera capital invertido y capital comprometido, computándose los retornos sobre las dos cuantías. El cálculo puede variar sustancialmente entre unos estudios y otros por lo que los resultados no son estrictamente comparables (Karvinen, 2012). En estos cálculos hay que tener en cuenta todos los costes de las transacciones, incluyendo el coste de la ejecución y el coste del préstamo de títulos para las acciones que se vendan.

### 2.3.1. Los modelos utilizados en la estrategia de pares.

La investigación académica sobre la modelización de la estrategia de *pairs trading* es amplia y no está circunscrita al ámbito de la economía y las finanzas, sino que está extendida al ámbito de las matemáticas, la ingeniería y la informática, entre otros.

Los modelos de *pairs trading* se han diseñado siguiendo dos enfoques: el estadístico y el heurístico. Entre los métodos que emplean las técnicas estadísticas tradicionales se encuentran principalmente (a) el método de la distancia, (b) el método de la cointegración; (c) el método de la cópula; (d) el método del diferencial estocástico y (e) el método de los componentes principales (PCA). Las técnicas extracción de datos (*Data Mining*) y aprendizaje automático (*Machine Learning Techniques*) se han utilizado también en el diseño de esta estrategia, debido a la gran cantidad de datos que se tienen de los mercados y que facilita el aprendizaje artificial, aunque la investigación está aún en un estado incipiente. Entre las técnicas empleadas se encuentran (a) redes neuronales artificiales (*neural networks*); (b) algoritmos genéticos; (c) agrupamiento (*clustering*); y (d) máquinas de soporte de vectores (*Support Vector Machines*) (Al-Naymat, 2013).

Cronológicamente, la primera publicación sobre la estrategia de pares utilizó el método más simple, el método de la distancia, el cual es, en realidad, un simple algoritmo sin un modelo estadístico complejo que lo justifique<sup>22</sup>. A partir de ahí se introdujeron diferentes métodos: cointegración, diferencial estocástico, cópula, entre otros. Paulatinamente, los modelos presentados se han ido complejizando en un intento de encontrar la estrategia de pares óptima, aunque muchos están todavía en la fase de la

---

<sup>22</sup> Liew y Wu (2013) argumentan que el método de la distancia es un caso especial dentro del método de la cópula.

formulación teórica, sin que se hayan realizado investigaciones empíricas relevantes con ellos. Adicionalmente, se observa una tendencia en los informes hacia la optimización de cada una de las fases del proceso, desde la selección de pares a la señal de salida del par previamente ejecutado, por lo que existen numerosas variantes de los métodos centrales que hemos mencionado.

En el cuadro 1 se presentan una selección de informes que analizan la estrategia de *pairs trading* desde un punto de vista teórico. Se han clasificado teniendo en cuenta el método principal que es utilizado en cada artículo, aunque en algunos de ellos no se presente únicamente un método.

Cada modelo incorpora unas hipótesis sobre el tipo de relación que existe entre las dos acciones y la distribución del diferencial. Así, el método de la distancia y el de la cointegración asumen que (a) existe una relación lineal entre ambos precios, (b) el diferencial es, de media, cero y (c) la distribución conjunta es una distribución normal. Por tanto, ambos métodos suscriben que la estructura de los diferenciales puede ser explicada mediante una regresión lineal. El método de la cópula permite relaciones no solamente lineales entre los precios de las acciones, por lo que adecuación del comportamiento del diferencial en el modelo al diferencial real puede mejorar (Xie y Wu, 2013). Las colas se pueden medir mejor, lo que no se puede hacer asumiendo normalidad. Esta posibilidad es muy relevante porque los activos financieros suelen mostrar una asimetría negativa (alta probabilidad de pérdidas extremas) y una elevada kurtosis (alta probabilidad de elevados beneficios o pérdidas, esto es, el estudiado fenómeno de las colas anchas) (Augustine, 2014).

## Cuadro 1. Artículos sobre la estrategia de pares: investigación teórica.

Estudio	Tipo de informe
<b>Método de la distancia</b>	
Gatev et al. (1999, 2006)	Formulación teórica y aplicación empírica sobre acciones de Estados Unidos entre 1961 y 2002.
Song y Zhang (2013)	Formulación teórica sobre acciones correlacionadas con limitación de pérdidas testado en un par.
<b>Método de la cointegración</b>	
Burgess (1999)	Formulación teórica y aplicación al FTSE 100.
Herlemont (2004)	Formulación teórica.
Vidyamurthy (2004)	Formulación teórica.
Lin et al. (2006)	Formulación teórica estableciendo un beneficio mínimo por operación testado con datos simulados y un par de acciones bancarias australianas.
Gortner (2006)	Formulación teórica testada con 10 pares de acciones.
Schmidt (2008)	Formulación teórica testada sobre 17 acciones financieras de Australia.
Puspaningrum et al. (2010)	Formulación teórica sobre el punto de entrada óptimo, testada sobre 7 pases de acciones de Australia.
Giannetti y Viale (2011)	Formulación teórica con la introducción de ratios de beneficios y dividendos, testada sobre un par de acciones de Estados Unidos.
Galenko et al. (2012)	Formulación teórica testada con cuatro índices bursátiles europeos (AEX, CAC 40, DAX 30 y FTSE).
Kuo, et al (2015)	Formulación teórica de la regla de salida testada en un par de acciones
Chen y Zhu (2015)	Formulación teórica de los umbrales de entrada y salida y testados con las acciones A y H de China.
Chiu y Wong (2015)	Formulación teórica de la optimización de la estrategia
<b>Método de la cópula</b>	
Ferreira (2008)	Formulación teórica testada con un par de acciones.
Liew y Wu (2013)	Formulación teórica testada con un par de acciones y comparado con distancia y cointegración.
Xie y Wu (2013)	Formulación teórica testada con dos pares de acciones. Demostración de que los métodos de la distancia y cointegración son casos especiales del método de la cópula.
<b>Método del diferencial estocástico</b>	
Elliot et al. (2005)	Formulación teórica.
Do et al. (2006)	Formulación teórica con prueba en tres pares.
Mudchanatongsuk et al. (2008)	Formulación teórica sobre precios simulados que siguen una función log-normal.
Baronyan et al. (2010)	Formulación teórica.
Tourin y Yan (2011)	Formulación teórica.
<b>Análisis de componentes principales</b>	
Avellaneda y Lee (2010)	Formulación teórica y test empírico sobre acciones americanas y comparativo con ETFs.
Madhavaram (2013)	Se añade SVM y se testa sobre 20 acciones financieras americanas entre 1998 y 2012.
<b>Método de las redes neuronales artificiales</b>	
Thomaidis et al. (2006)	Formulación teórica testada sobre 2 acciones en minutos y horas en 2005.
Gomide y Milidiú (2010)	Formulación teórica testada sobre 3 pares de acciones de Brasil entre 2007 y 2009 (datos diarios e intradía).
Huck (2009; 2010)	Formulación teórica basada en métodos de elección multicriterio (Electre III) con las estimaciones provenientes de redes neuronales artificiales testada en 90 acciones del S&P 100 con precios de 1993 a 2006.
Cui et al. (2015)	Formulación teórica del diferencial con un modelo de redes neuronales con <i>wavelet</i> .
<b>Algoritmos genéticos</b>	
Huang et al. (2015)	Formulación teórica testada sobre 10 acciones de Taiwan entre 2003 y 2012.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se expondrán las dos metodologías más utilizadas en los estudios sobre la estrategia de pares: el método de la distancia y el de la cointegración.

### **a. Método de la distancia**

El método de la distancia fue utilizado por primera vez en Gatev et al. (1999). El método es sencillo de aplicar y fácil de comprender y ha sido reiteradamente utilizado en los análisis empíricos de distintos mercados geográficos o para el análisis de las variables generadoras de la rentabilidad de la estrategia. La estrategia propuesta es una estrategia de mercado neutral y autofinanciada, basada en el movimiento paralelo de los precios de las acciones (Karvinen, 2012). Asume que existe una relación lineal entre los precios de las acciones y que la distribución de los diferenciales de precios normalizados entre las acciones sigue una distribución normal (Augustine, 2014).

El método de la distancia asume que cuanto menor sea la distancia entre los precios normalizados de dos acciones, mayor será el movimiento conjunto. Esta metodología exige, en primer lugar, la normalización de los precios y, en segundo lugar, el cálculo de la distancia.

La normalización de los precios se realiza (a) convirtiendo la serie de precios en una serie de retornos acumulados, lo que es equivalente a transformarla en una serie de precios en base uno, asumiendo el primer precio normalizado de la serie igual a uno<sup>23</sup>; (b) normalizando los precios por media y desviación típica<sup>24</sup>, lo que implica convertirlos en series de media 0 y desviación típica 1.

---

<sup>23</sup> Gatev et al. (1999, 2006).

<sup>24</sup> Perlin (2009), Bernardi y Gnoatto (2010) o Bolgün et al. (2010).

Normalizadas las series de precios, se procede a calcular la distancia. Aunque, a priori, distancia es simplemente la diferencia de los precios normalizados de las acciones  $x$  e  $y$  en el momento  $t$ , las diferencias positivas y negativas a lo largo del periodo tenderían a compensarse dando lugar a una cifra cercana a cero y no representativa del movimiento conjunto de ambas acciones. Por tanto, el criterio que se utiliza para la selección de pares en el periodo de formación es la suma de los cuadrados de las distancias (o desviaciones) a lo largo del periodo (Gatev et al., 2006; Karvinen, 2012):

$$SSD_{x,y} = \sum_{i=1}^T (V_{x,i} - V_{y,i})^2 \quad \text{Ecuación 8}$$

donde:

**SSD<sub>x,y</sub>** la suma de las desviaciones al cuadrado entre las acciones  $x$  e  $y$ .

**T** el número de periodos (datos)

**V<sub>x,i</sub>** el precio normalizado de la acción  $x$  en el momento  $i$ .

**V<sub>y,i</sub>** el precio normalizado de la acción  $y$  en el momento  $i$ .

Este cálculo se realiza para el número total de pares de la muestra analizada que es igual a  $\frac{n * (n-1)}{2}$  siendo  $n$  el número total de acciones.

El criterio de selección de pares, como se ha señalado, es la distancia de los precios normalizados de las acciones durante un determinado periodo de tiempo, periodo que se denomina fase de formación y cuya duración se establece de forma subjetiva.

Así, calculadas las SSD entre las acciones, se procede a elegir los pares que serán posteriormente monitorizados en el periodo de ejecución. En la selección se puede optar por distintos criterios: (a) un número determinado de pares empezando por el de menor distancia permitiendo la repetición de acciones en los pares; (b) para cada acción se busca la pareja que tenga una menor distancia; (c) sin restricciones (d) con restricciones, entre otros.

Durante la fase de ejecución, cuya duración también se determina subjetivamente, se controla la evolución de los pares. Si la distancia entre los precios normalizados traspasa un determinado límite, fijado en general como número de desviaciones típicas sobre la distancia media del periodo de formación, se ejecuta la operación comprando y vendiendo la acción infravalorada y la sobrevalorada, respectivamente (Gatev et al., 2006). A este límite se denominará regla o criterio de entrada.

$$Distancia_{x,y} = V_{x,i} - V_{y,i} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$Límite_{x,y} = \mu_{Distancia,T} \pm n * \sigma_{Distancia,T} \quad \text{Ecuación 10}$$

donde:

$\mu_{Distancia,T}$  la media de la distancia de los precios normalizados de las acciones  $x$  e  $y$  en el periodo de formación  $T$ .

$\sigma_{Distancia,T}$  la desviación típica de distancia de los precios normalizados de las acciones  $x$  e  $y$  en el periodo de formación  $T$ .

$n$  número de desviaciones típicas determinado<sup>25</sup>.

Acorde a la regla de entrada, se establece que:

si  $Distancia_{x,y} > Límite_{x,y}$  comprar  $y$ , vender  $x$  Ecuación 11

si  $Distancia_{x,y} < Límite_{x,y}$  comprar  $x$ , vender  $y$  Ecuación 12

La regla de salida, esto es, la reversión de la operación previamente realizada, diferencia entre la salida con beneficios, la salida con pérdidas y la salida por el transcurso del tiempo pre-establecido. Así, la regla de salida obteniendo resultados positivos se fija generalmente en la reversión del diferencial a la media; la regla de salida obteniendo pérdidas se fija en un número de desviaciones típicas sobre la media que limite las pérdidas (*stop-loss*); y, finalmente, el cierre de posiciones por el transcurso del tiempo independientemente de que se obtengan resultados positivos o negativos. Así, asumiendo que se ha ejecutado la operación de entrada planteada en la Ecuación 11 (comprar  $y$ , vender  $x$ ), la operación contraria (comprar  $x$ , vender  $y$ ) obteniendo resultados positivos se ejecutaría:

si  $Distancia_{x,y} < \mu_{Distancia,T}$  comprar  $x$ , vender  $y$  Ecuación 13

La salida con pérdidas limita las mismas a la diferencia entre  $n_1$  y  $n$  desviaciones típicas y se ejecutaría cuando:

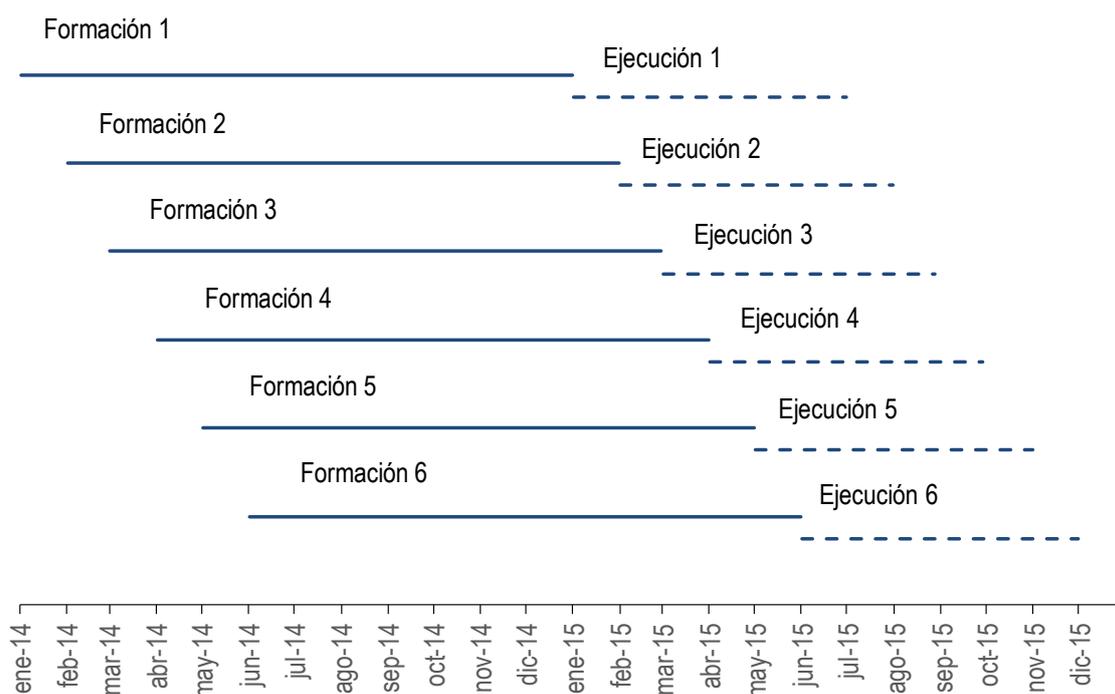
---

<sup>25</sup> Al asumirse que la distribución de las distancias sigue una distribución normal (Augustine, 2014), fijar  $n=1$  implicaría que el 68% de los sucesos se encontraría entre la media más/menos una desviación típica,  $n=2$  incluiría el 95% de los sucesos entre la media más/menos dos desviaciones típicas y  $n=3$  el 99,5% entre la media más/menos tres desviaciones típicas.

$$Distancia_{x,y} > \mu_{Distancia,T} + n_1 * \sigma_{Distancia,T} \text{ comprar } x, \text{ vender } y \quad \text{Ecuación 14}$$

Además de la elección del método de normalización de los precios y de la duración de los periodos de formación y ejecución<sup>26</sup>, Gatev et al. (1999, 2006) propone la utilización de carteras superpuestas en el tiempo, esto es, cada principio de mes se inicia un periodo de formación de 12 meses de duración y al final de cada uno de ellos comienza el periodo de ejecución por lo que se superponen seis carteras. Otros autores proponen carteras no superpuestas. Ambos ejemplos se muestran gráficamente en los dos siguientes cuadros:

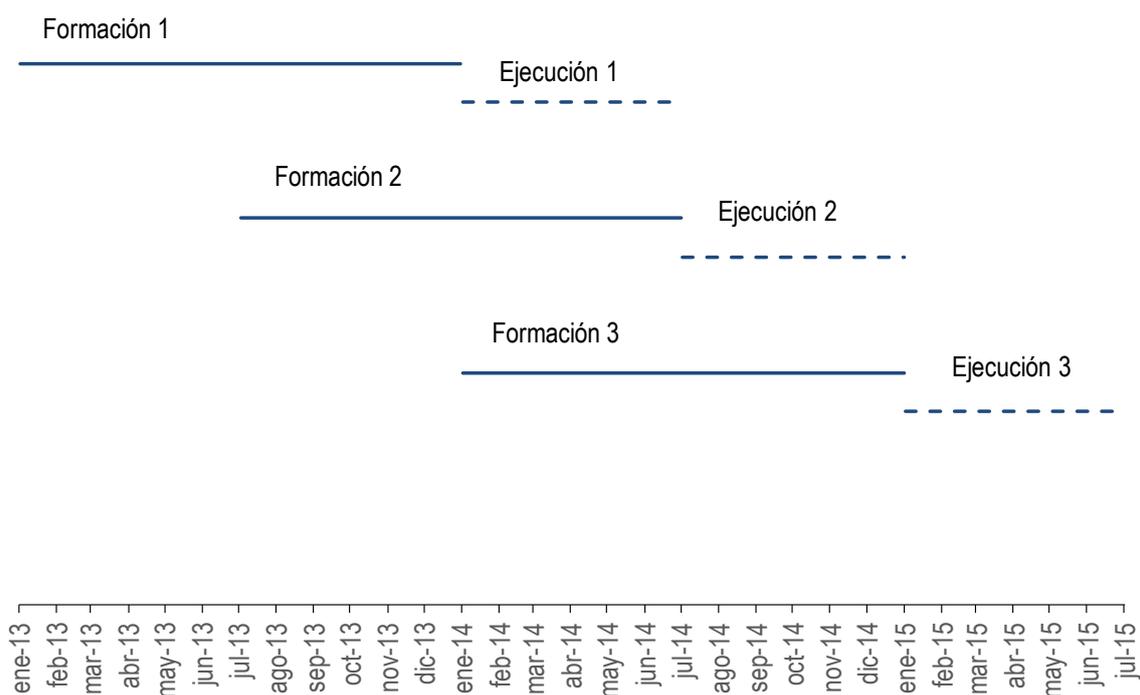
**Cuadro 2. Gatev, et al. (1999, 2006): periodos de formación y ejecución**



Fuente: elaboración propia.

<sup>26</sup> El artículo de Gatev et al. (1999, 2006) establece un periodo de formación de 12 meses y un periodo de ejecución de 6 meses, que son las duraciones más utilizadas.

**Cuadro 3. Karvinen (2012): periodos de formación y ejecución**



Fuente: elaboración propia.

La decisión sobre la utilización o no de carteras superpuestas es relevante para el cómputo de los resultados de la estrategia. La estrategia de pares utilizando el método de la distancia es una estrategia autofinanciada y, por tanto, no exige inversión inicial<sup>27</sup>. Este hecho, junto con la posibilidad de que un par se ejecute repetidas veces en el periodo de ejecución, hace que el cálculo sea complejo. Gatev et al. (2006) proponen dos medidas para el exceso de rentabilidad (*excess return*): la rentabilidad sobre el capital comprometido y la rentabilidad sobre el capital empleado. La primera medida se calcula computando todos los rendimientos de la estrategia sobre el número total de pares elegidos para ser ejecutados. La segunda medida tiene en cuenta solamente los pares que han sido abiertos durante el periodo (Do y Faff, 2010). Adicionalmente, "como

<sup>27</sup> Con la salvedad de las garantías que sean exigidas para el préstamo de títulos.

los resultados de las operaciones están calculados sobre una posición larga y una posición corta de una unidad monetaria, los rendimientos pueden ser interpretados directamente como exceso de rentabilidad” (Gatev et al., 2006, pág. 805).

El modelo es técnicamente muy simple, aunque admite un elevado número de decisiones subjetivas, que varían entre los distintos estudios publicados hasta el momento, por lo que sus resultados no son estrictamente comparables. Las principales variables sobre las que hay que realizar una elección son: (a) el proceso de normalización de los precios, (b) la duración de los periodos de formación y ejecución, (c) las reglas de entrada y de salida y (d) el cómputo de los retornos.

Desde un punto de vista estadístico, el modelo es equivalente al criterio de máxima correlación (Liew y Wu, 2013) y es un caso especial del método de la cópula (Xie y Wu, 2013). Desde un punto de vista de implantación práctica, su simplicidad es su mayor atractivo. Es una estrategia que, al no ser paramétrica, evita los problemas de especificaciones o estimaciones erróneas (Do et al., 2006).

La principal crítica que se realiza a este método esta relacionada con la paradoja que existe entre el criterio de elección de los pares en el periodo de formación y el objetivo de generar elevadas rentabilidades en el periodo de ejecución. Así, se eligen aquellos pares de acciones que son más cercanos (los de menor distancia) y se espera que en el futuro sean los que mayor probabilidad tengan de desviarse de la media y posteriormente converger de nuevo (Do y Faff, 2010). Estos autores proponen tener en cuenta el número de veces que la distancia entre los precios de las acciones normalizados cruza la media para seleccionar los pares (Do y Faff, 2012).

## b. Método de la cointegración

“¿Dónde está el perro del borracho?... Si encuentras al borracho, el perro estará cerca de él.” (Murray, 1994, pág. 37). La fábula del borracho y su perro sirve para explicar de forma sencilla el concepto de cointegración: los caminos del borracho y del perro (los precios de las acciones  $x$  e  $y$ ) son impredecibles, pero ambos caminos terminarán cruzándose (la diferencia de los precios de las acciones  $x$  e  $y$  es una variable aleatoria estacionaria).

El método de la cointegración es el segundo método más utilizado en la literatura académica sobre la estrategia de pares. Burgess (1999) fue uno de los primeros autores en emplear esta metodología aplicándola al FTSE 1000 y Vidyamurthy publicó en 2014 *Pairs Trading. Quantitative Methods and Analysis*, el libro más citado en esta estrategia. A diferencia del método de la distancia, que permite un número reducido de mejoras conceptuales, el método de la cointegración ha servido de base para numerosas propuestas de mejoras técnicas en las distintas fases del proceso.

El concepto de cointegración fue introducido por Engle y Granger (1987). La cointegración permite estimar la relación a largo plazo de dos variables, analizando las series temporales en niveles, siempre que tengan el mismo grado de integración, sin incurrir en la pérdida de información que se produce cuando se aplican diferencias. Acorde a esta teoría, dos series temporales no estacionarias están cointegradas si existe una combinación lineal de ambas que es estacionaria. Formalmente, se dice que “dos series temporales  $Y_t$  y  $X_t$  son cointegradas de orden  $d$ ,  $b$ , donde  $d \geq b \geq 0$ , si (a) ambas series son integradas de orden  $d$  y (b) existe una combinación de ambas variables que es estacionaria de orden  $d - b$ ” (Gori, 2009, pág. 51). En el análisis de activos financieros,

el caso más frecuente que es ambas series sean integradas de orden 1,  $I(1)$  y la combinación lineal de ambas se estacionaria  $I(0)$ . Así, asumiendo que  $Y_t$  y  $X_t$  son los precios de dos acciones, si existe una combinación lineal entre ambas donde  $\varepsilon_t$  (el término de error) es una variable estacionaria, las acciones presentarán un equilibrio a largo plazo definido por la ecuación:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t \quad \text{Ecuación 15}$$

Vinculado al concepto de cointegración está el mecanismo de corrección de error, que relaciona la ecuación del equilibrio a largo plazo con los desequilibrios que se pueden producir a corto plazo. Cuando se produzca una desviación de este equilibrio a largo plazo, una o las dos series se ajustarán para restaurarlo (Vidyamurthy, 2004). La formalización del mecanismo de corrección de error incluye dos coeficientes:  $\beta$  que es el coeficiente de cointegración y  $\alpha_y$  que es la tasa de corrección de error y que indica la velocidad a la que las series se ajustan para volver al equilibrio.

$$Y_t - Y_{t-1} = \alpha_y(Y_{t-1} - \beta X_{t-1}) + \varepsilon_{y_t} \quad \text{Ecuación 16}$$

$$X_t - X_{t-1} = \alpha_x(Y_{t-1} - \beta Y_{t-1}) + \varepsilon_{x_t} \quad \text{Ecuación 17}$$

El concepto de cointegración ha sido cada vez más aplicado a las variables financieras porque se considera una técnica muy potente al permitir la modelización dinámica de series no estacionarias. Comparado con el concepto de correlación, ofrece la ventaja de poder utilizar la información de los niveles de las variables financieras sin que resulten relaciones espurias (Caldeira y Moura, 2013).

La estrategia de *pairs trading* puede aplicar directamente la metodología de la cointegración. Como ya se ha expuesto previamente, esta estrategia trata de identificar activos financieros cuyos precios se comporten paralelamente a largo plazo (la ecuación de equilibrio que proporciona la cointegración) para beneficiarse de la divergencia y posterior convergencia de los precios (el mecanismo de corrección de error). La estrategia resultante será neutral respecto al mercado, pero no será neutral desde el punto de vista monetario, a diferencia de la estrategia que resulta de la utilización del método de la distancia.

El proceso de implantación de este método comienza por la identificación de las acciones que se estén cointegradas, esto es, acciones “cuya combinación lineal tenga un componente predictivo significativo que no esté correlacionado con los movimientos subyacentes del mercado en su conjunto” (Caldeira y Moura, 2013). Esta identificación consiste en comprobar que el término de error de la regresión lineal entre los logaritmos neperianos de los precios de las dos acciones es estacionario utilizando los precios del periodo de formación. La duración de este periodo es subjetiva: Puspaningrum (2012) utilizan los precios de 12 meses, Caldeira y Moura (2013) de 250 sesiones y Loodh y Carlsson (2015) lo fijan en 200 días.

El primer paso consiste en comprobar que las series de precios son integradas del mismo orden, en este caso,  $I(1)$ . Esta comprobación se realiza con el test de Dickey–Fuller y el test de Dickey–Fuller aumentado. El test simple asume que el proceso estocástico subyacente sigue un modelo AR (1) y solamente comprueba la autocorrelación de primer orden.

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Ecuación 18

Si el coeficiente de autocorrelación ( $\rho$ ) es inferior a 1, la serie es estacionaria. El test define la hipótesis nula ( $H_0$ ) en probar que el coeficiente de autocorrelación es igual a 1. La hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se establece en  $\rho$  es menor que 1. Rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa implica asumir que la serie analizada es estacionaria. El test de Dickey–Fuller aumentado contempla variaciones del proceso estocástico subyacente, incorporando la posibilidad de introducir la autocorrelación de distintos órdenes, hipótesis de deriva e hipótesis de tendencia (Herlemont, 2004).

El siguiente paso consiste en la realización de los test de cointegración a todos los pares de acciones posibles, para determinar (a) la existencia o no de una relación de cointegración y (b) los valores de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  de la regresión. Dos métodos son los más utilizados: (a) el test de Engle–Granger que trata de determinar si la serie de residuos de la ecuación de equilibrio es estacionaria y (b) el test de Johansen que busca todas las relaciones posibles de cointegración.

El test de Engle–Granger evalúa la hipótesis nula de no cointegración. Para ello, en primer lugar, realiza la regresión entre los dos precios  $y$ , en segundo lugar, comprueba la existencia de una raíz unitaria en la serie de residuos. De la aplicación de este test se puede obtener (a) los factores  $\alpha$  y  $\beta$  de la regresión, (b) la media de los errores durante el periodo de formación ( $\mu_\varepsilon$ ), (c) la desviación típica de los errores ( $\sigma_\varepsilon$ ), entre otros. A favor de utilizar esta metodología es su relativa sencillez y fácil interpretación. Las opiniones en contra se basan en la imposibilidad de analizar más de una relación de cointegración y los resultados variables dependiendo de que variable se elija como dependiente (Nilsson y Okumu, 2014).

El test de Johansen está basado en vectores autorregresivos (VAR). Analiza todas las relaciones de cointegración existentes entre las series de activos financieros, que

pueden ser un máximo del número de variables menos 1. En un sistema de vectores autorregresivos de variables cointegradas, la matriz de coeficientes de las variables explicativas puede ser descompuesta en dos matrices: la primera contiene los coeficientes de los vectores de cointegración y la segunda los coeficientes de la rapidez del ajuste (Nilsson y Okumu, 2014).

Seleccionadas los pares que presenten una relación de cointegración, se procede al control del diferencial entre los precios de ambas. El diferencial no es otra cosa que el término de error de la relación lineal entre ambas variables:

$$\varepsilon_t = Y_t - \beta X_t$$

Ecuación 19

Como en el caso del método de la distancia, se proponen límites superiores e inferiores como criterio de entrada que se calculan asimismo como la media de los errores de la regresión en el periodo de formación más/menos un número determinado de desviaciones típicas. La mecánica del método de cointegración más simple es similar a la expuesta en el método de la distancia: se abre la posición cuando el diferencial ha traspasado los criterios de entrada y se cierra cuando se ha producido la reversión a la media, esto es, cuando el diferencial en el momento  $t$  es igual al diferencial medio del periodo de formación. Adicionalmente, se fijan periodos máximos de tenencia de las acciones y, en raras ocasiones, límites de pérdidas, aunque Caldeira y Moura (2013) los consideran fundamentales en la práctica para evitar grandes pérdidas.

Partiendo del modelo básico de cointegración, se han desarrollado numerosas variantes que afectan a distintas fases del proceso. Lin et al. (2006) proponen la fijación de un beneficio mínimo por operación, estableciendo una regla de pesos del coeficiente de cointegración derivando la condición para asegurar el beneficio mínimo. También

marcan un proceso de cinco pasos para la implantación de la estrategia. Puspaningrum et al. (2010) tratan de encontrar los límites para la apertura de una operación que optimicen la estrategia de pares. Puspaningrum (2012) utiliza una cadena de Markov para fijar la duración máxima de las operaciones y el intervalo entre las misma. Asimismo, propone un modelo ESTAR para la estimación del modelo de corrección de errores.

### **2.3.2. Estudios empíricos**

La estrategia de pares, como ya se ha comentado anteriormente, no atrajo la atención de la investigación académica hasta la publicación de Gatev et al. (1999), en el cual, además de introducir el método de la distancia, se realizaba una estudio empírico para las acciones de Estados Unidos incluidas en la base de datos del CRSP<sup>28</sup> desde 1962 a 1997, resultando en un retorno de hasta un 12% anual.

A partir de ese momento, se han sucedido los estudios empíricos. A diferencia de los artículos teóricos, que cuentan con una gran variedad de modelizaciones, los trabajos empíricos han estado muy focalizados en implantar el modelo de la distancia en diferentes geografías y activos financieros. Recientemente se han empezado a utilizar los modelos de la cointegración y de la cópula en estudios empíricos y a contrastar la rentabilidad que estos métodos ofrecen con la obtenida con el método de la distancia. El método del diferencial estocástico, introducido por Elliot et al. (2005), cuenta con la aplicación práctica de Bogomolov (2010) mientras que los métodos de redes neuronales o los algoritmos genéticos han sido probados solamente en muestras de reducido tamaño.

---

<sup>28</sup> Centro para la investigación de los precios de los valores cotizados (*Center for Research in Security Prices*).

Los resultados que se obtienen en los distintos estudios no son estrictamente comparables aunque se utilice la misma técnica porque difieren en la especificación de variables como duración de los periodos de formación y ejecución, la incorporación de los costes de transacción y su cuantía, y el propio cómputo de los resultados.

En líneas generales, los artículos muestran unos resultados brutos positivos de la estrategia que, con la incorporación de los costes de transacción llegan en algunos casos a ser negativos. Se observa asimismo una rentabilidad decreciente en el tiempo atribuida al incremento de las operaciones con pérdidas. Los resultados obtenidos no están correlacionados con el mercado en su conjunto y no responden a los tres factores de riesgo Fama y French o los cuatro factores de Cahart. En el cuadro 4 se ofrece una recopilación de artículos empíricos de la estrategia de pares.

#### **a. Método de la distancia**

El método de la distancia se ha utilizado en estrategia de pares con distintos activos financieros. Aunque las acciones son el activo más analizado, también se ha aplicado deuda soberana (Nath, 2003) y a materias primas, índices y monedas (Broel-Plater y Nisar, 2010). Los estudios suelen tomar como punto de partida Gatev et al. (1999, 2006) modificando alguno de los supuestos como la duración de los periodos de formación y ejecución, los criterios de entrada y salida el número de pares analizado y la metodología del cálculo de la rentabilidad de la estrategia. En general, se adoptan los parámetros de Gatev et al. (1999, 2006): duración de los periodos de formación y ejecución de 12 y 6 meses, respectivamente; criterio de entrada calculado con dos desviaciones típicas sobre la media, 20 pares analizados y cálculo de la rentabilidad sobre el capital comprometido y el capital empleado.

#### Cuadro 4. Artículos sobre la estrategia de pares: investigación empírica

Estudio	Tipo de informe
<b>Método de la distancia</b>	
Gatev et al. (1999, 2006)	Formulación teórica y aplicación empírica sobre acciones de Estados Unidos entre 1961 y 2002.
Nath (2003)	Empírico sobre deuda soberana de Estados Unidos entre 1991 y 2000.
Andrade et al. (2005)	Empírico sobre acciones de Taiwan entre 1991 y 2002.
Perlin (2007)	Empírico sobre acciones de Brasil entre 2001 y 2006. Introduce la estrategia multivariable.
Perlin (2009)	Empírico sobre 57, 92 y 100 acciones de Brasil con precios diarios, semanales y mensuales, respectivamente, entre 2001 y 2006.
Siy–Yap (2009)	Empírico sobre 34 acciones de Canadá entre 1993 y 2009.
Muslimov et al. (2009)	Empírico sobre acciones de la Bolsa de Estambul (ISE) entre el 1 de enero de 1990 y 20 de abril de 2007.
Bowen et al. (2010)	Empírico sobre acciones de Reino Unido–FTSE 100 entre enero de 1997 y diciembre de 2007.
Broel–Plater y Nisar (2010)	Empírico sobre materias primas, monedas e índices entre 1991 y 2010.
Bolgün et al. (2010)	Empírico sobre acciones de Turquía–ISE 30 entre 2001 y 2008.
Do y Faff (2010)	Empírico sobre acciones de Estados Unidos entre 1961 y junio de 2008 (extensión del modelo de Gatev et al.).
Bernardi y Gnoatto (2010)	Empírico sobre 11 acciones de bancos europeos entre enero de 2000 y marzo de 2010.
Schizas et al. (2011)	Empírico sobre 22 ETFs internacionales entre 1996 y 2009.
Mori y Ziobrowski (2011)	Empírico sobre REIT de Estados Unidos entre 1981 y 2008.
Broussard y Vaihekoski (2012)	Empírico sobre 150 acciones de Finlandia entre 1981 y 2008.
Li (2013)	Empírico sobre acciones de Canadá (Bolsa de Toronto) entre 2001 y 2010
Pizzutilo (2013)	Empírico sobre acciones de Italia (Bolsa de Milán) entre 2001 y 2012.
Bowen y Hutchinson (2014)	Empírico sobre acciones del Reino Unido (Bolsa de Londres) entre 1981 y 2012.
Murota y Inque (2014)	Empírico sobre 1.784 acciones de la sección primera de la bolsa de Tokyo entre 2009 y 2012.
Jacobs y Weber (2015)	Empírico sobre acciones de 34 países entre 2000 y 2012.
Gupta (2015)	Empírico sobre acciones de India (BSE–Sensex) en 2010.
<b>Método de la cointegración</b>	
Hong y Susmel (2004)	Empírico sobre 64 ADRs y su acción gemela asiática.
Mavrakakis y Alexakis (2011)	Empírico sobre acciones bancarias alemanas (2) y griegas (6) entre 2001 y 2007.
Reiakvam y Thyness (2011)	Empírico sobre el mercado del aluminio en Estados Unidos y Europa entre 2007 y 2011.
Caldeira y Moura (2013)	Empírico sobre acciones de Brasil entre enero de 2003 y marzo de 2014.
Abraham (2013)	Empírico sobre acciones de Australia–China entre 2001 y 2013.
Abraham (2014)	Empírico sobre acciones de Australia–Hong Kong entre enero de 2003 y marzo de 2014.
Figueroa–Ferretti et al. (2014)	Empírico sobre Euro Stoxx 50 entre 2000 y 2009 y comparativa con Gatev et al. (2006).
Haque y Haque (2014)	Empírico sobre 20 acciones de la bolsa de Dhaka entre 2012 y 2013.
Li et al. (2014)	Empíricos sobre acciones AH de China entre 2009 y 2013.
Loodh y Carlsson (2015)	Empírico sobre las 30 acciones del índice OMX Estocolmo en un periodo bajista (2007–2008) y en otro alcista (2013–2014).
<b>Método de la cópula</b>	
Augustine (2014)	Empírico sobre 5 pares de Sudáfrica entre 1998 y 2013.
Xie et al. (2014)	Empírico sobre acciones de NYSE, AMEX y NASDAQ entre 2003 y 2012.
<b>Comparación de métodos</b>	
Huck y Afawubo (2015)	Comparan el método de la distancia, el método del ratio con test de estacionaridad y ADF y el método de la cointegración en acciones de S&P 500 entre 2000 y 2011.
Huck (2015)	Comparación del método de la distancia y el de la cointegración sobre el S&P 500 y el Nikkei 225.
Caldas et al. (2014)	Comparan el método de la distancia y el método de la cointegración para Estados Unidos, Eurozona y Brasil.
Rad et al. (2015)	Comparan el método de la distancia, el de la cointegración y el de la cópula para acciones de Estados Unidos entre 1962 y 2014.
Bogomolow (2010)	Compara el método de la distancia, el de la cointegración y el del diferencial estocástico para acciones de Australia entre 1996 y 2010.

Fuente: elaboración propia.

Gatev et al. (1999) introdujeron el método de la distancia aplicado a acciones de Estados Unidos entre 1962 y 1997. Para el periodo completo reportan una rentabilidad media del 5,98% por semestre para la cartera formada por los cinco pares con menor distancia. Esta rentabilidad se reduce hasta el 3,68% si se espera un día desde que los criterios de entrada y salida se activan. De los 34 años en que se prueba la estrategia, solamente hay pérdidas en seis semestres. El número de transacciones en que se obtienen pérdidas es del 16% para la cartera de cinco pares y del 9% para la cartera de 20 pares (24% y 16%, respectivamente, para la estrategia con retardo). Los resultados no están correlacionados con los retornos del S&P 500 pero muestran una cierta sensibilidad a dos de los factores de Fama y French: tamaño y crecimiento vs. valor. El análisis temporal muestra un descenso de la rentabilidad entre los años sesenta y setenta y los noventa, que se atribuye a una posible generalización de la estrategia. La estrategia es especialmente rentable en escenarios de mercado bajistas mientras que en mercados alcistas su comportamiento relativo es peor.

Gatev et al. (2006) expande la serie hasta 2002. La rentabilidad mensual de la estrategia básica para cinco pares des del 1,3%, reduciéndose hasta el 0,7% cuando se introduce la regla de un día de retardo. La rentabilidad decreciente de la estrategia se constata al dividir la serie en dos periodos: entre 1962 y 1989 la rentabilidad mensual para la estrategia con retardo es del 1,0% mientras que en el periodo 1989–2002 es del 0,002%. Las explicaciones de este descenso podrían ser (a) la tendencia de los costes de transacción y (b) el aumento de los fondos apalancados desde 1989, según los autores. Los resultados de la estrategia son menos volátiles que el mercado en su conjunto y no están relacionados con los factores de Fama y French. Finalmente, se identifica la existencia de un factor sistemático que influencia la rentabilidad de la

estrategia en el tiempo y que puede ser consistente con la opinión de que estos beneficios son la retribución a los arbitrajistas para restaurar la ley del precio único.

Do y Faff (2010) extienden el análisis de Gatev et al. (2006) hasta junio de 2008 y confirman la tendencia descendente de la rentabilidad de la estrategia. Según sus cálculos, la cartera de 20 pares obtiene una rentabilidad diaria para la estrategia con retardo de 0,86% entre 1962 y 1988, de 0,34% entre 1989 y 2002 y de 0,06% entre 2002 y 2008. Se confirma asimismo la buena evolución de la estrategia en mercados bajistas: 0,92% entre enero de 2000 y diciembre de 2002 y 0,71% entre julio de 2007 y junio de 2009. Contrario a las afirmaciones de Gatev et al. (2006) sobre el descenso de la rentabilidad asociado al incremento de los fondos apalancados, sostienen que la reducción de la rentabilidad está vinculada al riesgo del arbitraje porque se ha producido un aumento de las operaciones no convergentes, desde una media del 23% en el primer periodo hasta un 39% en el segundo, y por el incremento del número de sesiones en que las posiciones permanecen abiertas hasta la convergencia.

Do y Faff (2012) completan el análisis de la rentabilidad del método de la distancia con acciones de Estados Unidos agregando los costes de ejecución explícitamente, que no estaban incorporados en Gatev et al. (2006) y Do y Faff (2010). Concretamente, calculan el coste total incluyendo: (a) una comisión de ejecución media de 34 puntos básicos por operación individual en el periodo 1963–2009 (descendiendo desde 70 puntos básicos en 1962 a 9 puntos básicos en 2009), (b) un impacto en el mercado de 34 puntos básicos para las operaciones de compra y 26 puntos básicos para las de venta (descendiendo también desde 51 puntos básicos y 30 puntos básicos, respectivamente, en el periodo 1963–1988 a 13 puntos básicos y 20 puntos básicos entre 1989 y 2009) y (c) un coste por las limitaciones de la venta en corto de un 1% anual. Con estos costes, la cartera base reduce su rentabilidad desde 0,85 puntos básicos diarios a –0,04 puntos

básicos. Frente a esta cartera sin restricciones, analizan carteras con restricciones (por ejemplo, pertenecer al mismo sector) que sí reportan resultados positivos en el periodo analizado. Se confirma además la mayor rentabilidad de la estrategia en las fases bajistas del mercado bursátil.

La estrategia de pares aplicando el método de la distancia se extiende a otras geografías, entre las que destacan Brasil, Turquía, y más recientemente los países europeos y Japón.

Perlin (2009) calcula retornos brutos del 14,72%<sup>29</sup> para el mercado brasileño aunque no son cifras comparables con los estudios mencionados porque contiene variaciones metodológicas. En primer lugar, la serie de precios se normaliza por media y varianza. En segundo lugar, el periodo de formación es de 2 años aproximadamente y se recalculan los pares cada mes. En tercer lugar, se incorporan explícitamente los costes de ejecución en el cálculo de la rentabilidad de la estrategia (15 puntos básicos por operación individual). Como novedades aportan el análisis de sensibilidad para diferentes hipótesis de desviación típica y el cálculo de rentabilidad de la estrategia para diferentes frecuencias de datos (diaria, mensual y anual).

Muslumov et al. (2009) y Bolgün et al. (2010) aplican la estrategia de pares a la bolsa de Estambul. Muslumov et al. (2009) replican Gatev et al. (2006) para las acciones cotizadas de la Bolsa de Estambul (ISE), con precios desde el 1 de enero de 1990 hasta el 20 de abril de 2007. La rentabilidad diaria para la cartera de 5 pares es de 0,64% (0,43% para la cartera con retardo). La cifra de operaciones con pérdidas es sustancialmente más alta que en la estrategia aplicada en Estados Unidos: entre un 41% y un

---

<sup>29</sup> Frecuencia diaria y criterio de entrada con dos desviaciones típicas.

47%, dependiendo del número de pares incluidos. Bolgün et al. (2010) desarrollan una estrategia de pares para las acciones del índice ISE 30, con precios de 2000 a 2008. Su estrategia presenta diferencias con el modelo anterior: utilizan la normalización por media y varianza, el periodo de formación se reduce a 125 días, los pares se actualizan diariamente, se aplican comisiones explícitamente, el criterio de apertura utiliza 2,5 desviaciones típicas y el criterio de cierre 0,5 desviaciones típicas o un máximo de tenencia de la posición de 30 días. Como novedad, se incorporan dos reglas, una de materialización de beneficios cuando se vaya ganando más del 3% de la posición inicial y una segunda de limitación de pérdidas cuando estas superen el 2%. El argumento para la inclusión de la última cláusula es una posible ruptura de la relación fundamental entre las dos acciones. Reportan un retorno diario del 0,12%.

Bowen et al. (2010) y Bowen y Hutchinson (2014) utilizan el método de la distancia para implantar la estrategia de pares en el Reino Unido. Bowen et al. (2010) utiliza la base de precios de alta frecuencia de las acciones británicas entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2007. Dividen la muestra en 30 periodos superpuestos de 396 horas. Concluyen afirmando que la estrategia es muy sensible a los costes de transacción y a la rapidez de ejecución, sin que los retornos estén relacionados con los factores de riesgo tradicionales. Bowen y Hutchinson (2014) utilizan datos entre 1979 y 2012 con una muestra total de 6.729 acciones y media de 767 acciones por periodo. La rentabilidad media del periodo completo es del 6,2% mensual anualizado (6,4% entre 1980 y 1997 y 6,0% entre 1997 y 2012). Durante la crisis financiera del 2007 la cartera de cinco pares obtuvo una rentabilidad del 46% frente a la caída del FTSE del 34%.

Jacobs y Weber (2013) y Jacobs y Weber (2015) computan los resultados de la estrategia de pares para los países europeos, entre otros, que no habían sido objeto de análisis previo. Jacobs y Weber (2013), analizando el impacto de la falta de atención del inversor

en la rentabilidad de la estrategia de trading, incluyen los resultados no solo de Estados Unidos sino también de otros ocho países, seis europeos más Japón y Hong Kong. Las rentabilidades de la estrategia con retardo de un día en la ejecución varían entre el 1,11% mensual en Francia hasta el 0,48% en Italia. Jacobs y Weber (2015) incluyen los resultados de 34 países para series de precios entre 2000 y 2013 obteniendo los mejores resultados en países emergentes y en países con un mayor número de acciones cotizando. La tenencia máxima de la posición es de 30 días, inferior a la utilizada en Do y Faff (2010), incrementándose el porcentaje de pares sin convergencia a una media superior al 70%.

Broussard y Vaihekoski (2012) reportan resultados positivos al aplicarla estrategia de pares a las acciones de Finlandia, Siy-Yap (2009) y Li (2013) a la bolsa canadiense, Murota y Inque (2014) sobre la primera sección de la Bolsa de Tokio con 1.784 acciones y Gupta (2015) sobre las acciones de la India que componen el BSE-Sensex.

Las sociedades de inversión en activos inmobiliarios (REITs) y los fondos de inversión cotizados (ETFs) han sido objeto de atención especial por sus peculiaridades. Mori y Ziobrowski (2011) argumenta que la mayor rentabilidad y menor riesgo de la estrategia de pares sobre los REITs que la misma estrategia con acciones porque los primeros tienen unas características de perfecta sustitución y transparencia. Schizas et al. (2011) estudian el comportamiento de la estrategia con 22 ETFs internacionales con resultados positivos. Afirman que un elevado porcentaje de los resultados positivos de la estrategia se derivan de los fundamentales de las compañías, específicamente de los beneficios por acción y la rentabilidad por dividendo.

En resumen, los artículos que emplean la estrategia de pares ofrecen resultados positivos para carteras sin restricciones en la selección de los pares cuando no se tienen

en cuenta los costes de transacción en la totalidad de geografías analizadas. Las carteras con restricciones (por ejemplo, pertenencia a un sector) también obtienen resultados positivos después de los costes de transacción. Un análisis pormenorizado de las acciones cotizadas en los países de la Unión Europea y de los sectores más relevantes aportaría nueva información sobre la rentabilidad de la estrategia y ayudaría a la investigación sobre la fuente de rentabilidad de la estrategia de pares. Además, los pares que no convergen en el periodo de ejecución representan un elevado porcentaje de las operaciones totales ejecutadas y encontrar la forma de reducirlos podría impulsar notablemente la rentabilidad.

## **b. Método de la cointegración**

La utilización del método de la cointegración en estudios es relativamente reciente y escaso en comparación con la cantidad de artículos que este método tiene en el ámbito teórico.

Hong y Susmel (2004) aplican el método de la cointegración para elaborar una estrategia de *pairs trading* entre 64 acciones asiáticas que cotizan también en Estados Unidos a través de ADRs, obteniendo una rentabilidad del 38% si la cartera se mantiene un año.

Mavrakis y Alexakis (2011) analizan la relación de cointegración entre bancos alemanes y griegos, utilizando el test de Johansen, lo que permite detectar todas las relaciones de cointegración y desarrollar una estrategia de múltiples acciones.

Reiakvam y Thyness (2011) estudian los movimientos conjuntos de una materia prima (el aluminio) y acciones de empresas vinculadas a dicha materia prima. Para la

selección de pares utilizan el método de componentes principales y el método de cointegración. Los resultados muestran que los pares cointegrados ofrecen una rentabilidad muy superior a la de la estrategia de comprar y mantener.

Caldeira y Moura (2013) utilizan el método de cointegración para la estrategia de pares con acciones de Brasil. Obtienen una rentabilidad media anual del 16,86% para el periodo 2005–2012. El artículo incluye una explicación detallada del procedimiento seguido para la selección de los pares, la ejecución de las operaciones y el cómputo de los resultados. Aplican el test de Dickey–Fuller aumentado para contrastar que los precios de las acciones son  $I(1)$  y los test de Engle–Granger y Johansen para comprobar la existencia de la relación de cointegración. Establecen el criterio de entrada en una desviación del error de dos desviaciones típicas y el criterio de salida en 0,75. Asimismo, introducen una cláusula de limitación de pérdidas.

Abraham (2014) analizan el comportamiento de pares de acciones cotizadas en Hong–Kong y Australia. Aplican el test de Johansen y el criterio para la selección de los pares es el de mayor rapidez de ajuste de la desde la situación de desequilibrio de ambas acciones. Este artículo ratifica la rentabilidad de estrategias de arbitraje en los mercados internacionales tras mostrar un resultado del 21% anual.

Figuerola–Ferretti et al. (2014) estudian los pares cointegrados del Euro Stoxx 50 entre 2000 y 2009 con la restricción de pertenencia al mismo sector. Primero, aplican el test de Dickey–Fuller aumentado para comprobar que las series de precios son  $I(1)$ ; en segundo lugar, utilizan el test de Johansen para comprobar la relación de cointegración y determinar el vector de corrección de errores tras haber comprobado el número de

retardos que se van a utilizar. Identifican doce pares de acciones con relación de cointegración que ofrecen un 0,28% de rentabilidad diaria frente al 0,36% se obtendría seleccionando los pares con el criterio de la mínima distancia.

Li et al. (2014) usan datos de 38 empresas cotizadas en el mercado de acciones A en China y en el mercado de acciones H en Hong-Kong para el periodo 2009–2013. La estrategia propuesta basada en el método de la cointegración aporta una rentabilidad anual media del 17,6%.

Los estudios empíricos que utilizan el método de la cointegración no cubren una geografía tan amplia como los estudios que utilizan el método de la distancia, ni existe un modelo base tan claro como es Gatev et al. (2006) a partir del cual se pueda extender la estrategia a otros activos financieros o aportar novedades en el diseño de la estrategia. Parte del vacío ha sido cubierto con los artículos que comparan los resultados de distintos métodos y que se expondrán a continuación.

### **c. Comparativa de los resultados obtenidos con distintos métodos**

La diferencia de rentabilidad que se obtiene sobre una misma selección de acciones y periodo de tiempo al aplicar distintos métodos para implantar la estrategia de *pairs trading* está siendo cubierta recientemente. Se destacarán 4 trabajos: Bogomolow (2010), Caldas et al. (2014), Rad et al. (2015) y Huck y Afawubo (2015).

Bogomolow (2010) utiliza (a) el método de la distancia, (b) el método de la cointegración y (c) el método del diferencial estocástico para implantar la estrategia de pares

con acciones de Australia entre 1996 y 2010. Todos los métodos presentan rentabilidades positivas antes de costes de transacción: el método de la distancia 0,95% y 0,63% para cinco y veinte pares respectivamente; el método de cointegración 1,05% y 0,48% y el método del diferencial estocástico 0,38% y 0,45%.

Caldas et al. (2014) usan el método de la distancia y el de la cointegración para implantar la estrategia de pares con acciones de Estados Unidos, de Brasil y de la Eurozona. Los resultados sobre las acciones de Estados Unidos muestran un mejor comportamiento relativo del método de la distancia con una rentabilidad anual del 10,47% frente al 5,57% obtenido con el método de la cointegración. Por el contrario, en Brasil y la Eurozona el método de la distancia obtiene peores rendimientos: 4,9% y 6,39%, respectivamente, frente a 23,0% y 13,73% el método de la cointegración.

Rad et al. (2015) comparan la rentabilidad de los métodos de la distancia, cointegración y cópula aplicados al mercado americano entre 1962 y 2014. Los tres métodos ofrecen rentabilidades antes y después de costes de ejecución, aunque el método de la cópula ofrece peores resultados relativos, solamente un 0,05% mensual frente a 0,33% el método de la cointegración y 0,36% el de la distancia.

Huck y Afawubo (2015) aplican el método de la distancia, el método de la ratio de precios estacionario y el método de la cointegración con las acciones del S&P 500 entre agosto de 2000 y septiembre de 2011. El método de la cointegración supera a los otros dos, con una rentabilidad del 2,08% mensual frente al 0,33% que ofrece el método de la distancia.

### 2.3.3. Fuentes de rentabilidad de la estrategia.

“La rentabilidad de la estrategia de pares ... es una intrigante anomalía. ... Las preguntas de cuándo, dónde y porqué esta estrategia es especialmente exitosa siguen abiertas” (Jacobs y Weber, 2015, pág. 76).

Como se ha documentado, la estrategia de pares resulta rentable en la práctica totalidad de los países. A pesar de que es ampliamente conocida por los agentes financieros desde hace 30 años, sigue reportando resultados positivos. Probablemente debido al bajo interés que esta estrategia ha despertado en el mundo académico, los artículos que tratan de encontrar respuestas sobre el origen del exceso de rentabilidad son escasos. Los que se consideran más relevantes se incluyen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 5. Artículos sobre la estrategia de pares: explicaciones de la rentabilidad**

Estudio	Conclusiones
Papadakis y Wysocki (2007)	Menor rentabilidad en los días que existe un evento contable (anuncio de resultados trimestrales o cambio de estimaciones en el 25% de los analistas): testado en Estados Unidos entre 1981 y 2006
Chng (2007)	Cuatro orígenes de los beneficios de la estrategia: (a) covarianza negativa de los retornos idiosincráticos; (b) covarianza positiva de los retornos idiosincráticos de empresas vinculadas; (c) diferencias en la estructura de factores que determinan los retornos de las acciones; y (d) efecto retardo ante sucesos inesperados de factores comunes.
Engelberg et al. (2009)	Orígenes de los beneficios: (a) menores cuando los eventos son idiosincráticos de una de las empresas; (b) el nivel de liquidez y su aumento a corto plazo ofrece mayores retornos; (c) eventos sectoriales con una velocidad de ajuste distinta en las empresas afecta positivamente a los resultados; y (d) estos factores afectan más a empresas de pequeña capitalización.
Yu (2011)	La rentabilidad de los pares cuando hay recomendaciones divergentes de un mismo analista es superior a la de los pares normales.
Chen et al. (2012)	Origen de los beneficios la reversión a corto plazo causada por la difusión lenta de la información.
Jacobs y Weber (2013)	Mayor rentabilidad en los días de mayor distracción: testado en Estados Unidos y ocho países más (Japón, Reino Unido, Francia, Alemania, Suiza, Italia, Holanda y Hong-Kong)
Jacobs y Weber (2015)	La rentabilidad está influida por el tipo de noticias que causa la divergencia, la atención del inversor y los límites al arbitraje.
Jacobs (2015)	Los límites al arbitraje y las dinámicas del sentimiento influyen la rentabilidad de las anomalías.

Fuente: elaboración propia.

Dos líneas de estudio se han seguido: por un lado, la vinculada a las finanzas tradicionales y, por otro lado, la relacionada con las finanzas del comportamiento.

La investigación vinculada a las finanzas tradicionales ha tratado de explicar la rentabilidad con los factores de riesgo también tradicionales, siguiendo los modelos de Fama y French de tres factores o el de Cahart de cuatro factores. Los resultados han sido negativos. Gatev et al. (2006) aplican el modelo de tres factores de Fama y French, mercado, tamaño y valor, añadiendo dos factores adicionales, *momentum* y reversión a la media. La conclusión que se obtiene es que los resultados de la estrategia de pares no está vinculada a ninguno de estos factores y que el valor del alfa es significativamente positivo e inferior en unos 20 puntos básicos a la rentabilidad mensual de la estrategia. Documentan la existencia un factor de riesgo no contemplado en los modelos aplicados que puede ser el origen de la rentabilidad de la estrategia. La reducción de los resultados en el periodo más cercano puede ser debida a que este factor latente haya estado inactivo. Mantiene la hipótesis de que los retornos anormales obtenidos son la compensación a los arbitrajistas por restaurar la ley del precio único, debido a los riesgos que corren. Estos resultados se repiten en Muslumov et al. (2009), Do y Faff (2010) y Bowen y Hutchinson (2014), entre otros. Faltaría por comprobarse el nuevo modelo presentado por Fama y French, que, como ya se ha comentado, parece que explica más del 70% de los retornos.

Desde las finanzas del comportamiento, se han analizado tanto el impacto de los límites al arbitraje como lado psicológico.

Andrade et al. (2005) sostienen que la rentabilidad de la estrategia de pares proviene de las actuaciones de los inversores irracionales. Utilizan la serie de precios del mercado de Taiwan desde 1994 a 2002 porque ofrece información sobre las compras institucionales (en principio, compras informadas o racionales) y las compras de inversores individuales (consideradas compras no informadas). Comprueban que la presión compradora o vendedora de los inversores no informados o irracionales es causa

de divergencia de los pares no justificada por los fundamentales de las compañías. La provisión de liquidez a estos inversores es la razón de la rentabilidad de la estrategia.

A diferencia del impacto que producen las operaciones irracionales, cuando la divergencia es debida al impacto de fenómenos relacionados con una de las empresas, esta divergencia puede convertirse en permanente. Así, cuando los pares se abren después del anuncio de los resultados trimestrales o de cambios en las estimaciones de beneficios por parte de los analistas financieros, la rentabilidad de los mismos se reduce de forma significativa (Papadakis y Wysocki, 2008). De forma general, cuando la divergencia se produce por información que afecta a una acción, la rentabilidad del par es baja. Si la causa de la divergencia son presiones en la liquidez de una de las acciones, la rentabilidad será elevada. Información que afecte a ambas empresas implicará rentabilidades superiores si hay un efecto líder–seguidor en la diseminación de la información (Engelberg et al., 2009).

La pérdida de atención del inversor explica también la rentabilidad de la estrategia de pares. Las operaciones que se abren en días de alta distracción tienen un resultado mensual medio dos veces superior al que se obtiene con los pares abiertos en días de baja distracción porque tienen más posibilidades de que se produzca la convergencia. También se observa que los pares compuestos por acciones menos cubiertos por los medios informativos son más rentables y tienen una mayor sensibilidad a cambios en el nivel de distracción de los inversores (Jacobs y Weber, 2013, pag. 4).

Jacobs y Weber (2015) concluyen que la rentabilidad de la estrategia está influenciada (a) por el tipo de información que produzca la divergencia, (b) por el nivel de atención de los inversores y (c) por los límites del arbitraje.

A partir de todos estos artículos e informes, se desprende que una estrategia de *pairs trading* que incorpore variables que discriminen las divergencias que se produzcan entre aquellas que sean debidas a información que cambia los fundamentales de una compañía frente a las que no, y que, consecuentemente, reduzca el número de pares que no convergen, debería aumentar la rentabilidad de la estrategia básica.



## Capítulo 3. Propuesta para incrementar la rentabilidad de la estrategia de pares

### 3.1. Objetivo de la propuesta.

La estrategia de *pairs trading* es una anomalía de los mercados financieros porque produce rentabilidades no justificadas con el nivel de riesgo asumido, tal y como se expuso en el capítulo anterior. La causa de esta anomalía suele explicarse a través de las finanzas del comportamiento, bien por los límites al arbitraje, bien por el aprendizaje lento. Del análisis de la información cuantitativa de los estudios empíricos realizados hasta el momento, se extrae que aproximadamente un 60%–75% de las operaciones realizadas<sup>30</sup> obtiene beneficios, presentando el 25%–40% restante un resultado negativo. La conclusión es obvia: tras producirse la divergencia de los precios de las dos acciones que constituyen el par, un elevado porcentaje no converge posteriormente. En consecuencia, si se consigue anticipar la falta de convergencia, se reducirá el número de operaciones fallidas y se podrá incrementar la rentabilidad de la estrategia. El modelo de *pairs trading* que se va a proponer se centra en este punto: la reducción de las operaciones con pérdidas con el objetivo de aumentar los resultados de la estrategia.

Desde un punto de vista conceptual, partiremos de los supuestos de la teoría del arbitraje (APT) según la cual las acciones de compañías que comparten factores de riesgo deberán tener el mismo precio y, en consecuencia, responder a cambios en estos factores de forma equivalente. El factor idiosincrático es, teóricamente, de media cero.

---

<sup>30</sup> Se entiende como operación realizada la ejecución completa de un par, la entrada y la salida, lo que conlleva cuatro transacciones.

$$E(R_j) = \beta_{1,j} \cdot E(R_1) + \beta_{2,j} \cdot E(R_2) + \dots + \beta_{k,j} \cdot E(R_k) + \varepsilon \quad \text{Ecuación 20}$$

Al implantar la estrategia de *pairs trading*, se eligen aquellos pares cuyos diferenciales de precios durante el periodo de formación reflejen un comportamiento paralelo de la evolución de los precios de ambas acciones, medido este comportamiento por métodos estadísticos como la distancia de los precios normalizados, la correlación de los retornos o la cointegración. Desde el punto de vista de la APT, esta evolución implicaría cumplir con su premisa básica: el factor no sistemático o idiosincrático tiene media cero y ambas acciones se ven afectadas por los mismos factores de riesgo, sin determinar explícitamente cuáles son esos factores.

La rentabilidad de la estrategia depende de los movimientos de divergencia y posterior convergencia que se produzcan en los pares seleccionados durante el periodo de ejecución. La implantación de la estrategia exige la determinación del límite del diferencial de precios a partir del cual se considera que una acción está sobrevalorada o infravalorada en comparación con la otra acción, así como el punto en que se asume que se ha producido la convergencia y, por tanto, la valoración relativa de las dos acciones es la adecuada. Hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea el límite fijado, mayor será el beneficio potencial de cada operación, pero menor será el número de operaciones que se ejecutan. Así, la rentabilidad global de la estrategia dependerá (a) del número de operaciones que se realice; y (b) del resultado de cada operación. Un elevado porcentaje de los pares que divergen acorde al criterio que se haya fijado no convergen posteriormente, reduciendo la rentabilidad de la estrategia en su conjunto.

En la literatura se ha analizado la rentabilidad de la estrategia de pares cuando se producen eventos contables como la publicación de resultados trimestrales (Papadakis y Wysocki, 2008), cuando se emiten recomendaciones divergentes sobre las acciones

que componen el par (Yu, 2011) o en distintos entornos de volatilidad del mercado (Huck, 2015). Asimismo, se ha estudiado la relación entre los retornos de la estrategia y los factores de riesgo sistemático aplicando los modelos de Fama y French de tres factores y de Cahart de cuatro factores, concluyéndose que los factores mercado, tamaño, valor, *momentum* y reversión a la media no explican la rentabilidad de la estrategia de pares (Gatev et al., 2006; Bowen y Hutchinson, 2014). También se ha intentado mejorar la rentabilidad de la estrategia mediante la utilización de distintos modelos (distancia, cointegración y cópula)<sup>31</sup>. En esta tesis se desarrollará un modelo que tratará de incrementar la rentabilidad mediante la reducción del número de operaciones con pérdidas derivadas de la falta de convergencia del diferencial de los pares seleccionados, asumiendo que es la nueva información específica de una compañía la causa principal de la divergencia en la evolución relativa de los precios de dos acciones.

Según Andrade et al. (2005), el origen de una divergencia persistente en el tiempo, lo que equivale a un cambio permanente en la relación relativa entre dos acciones, es el factor idiosincrático: cambios en este factor motivados por nueva información específica de una compañía implican una modificación de las perspectivas futuras de la misma y una diferencia en los precios relativos sostenida en el tiempo. El origen de este cambio es diverso: una variación en el entorno macroeconómico, una modificación de la estrategia de la compañía o de la de sus competidores, proveedores o clientes o una operación corporativa, entre otras. En el modelo que se propondrá se utilizarán cinco variables como indicadores de la evolución de las perspectivas de las compañías: un cambio en la relación relativa de las variables de las dos empresas implicaría un cambio en la percepción relativa de las expectativas de ambas compañías y que, por tanto,

---

<sup>31</sup> Xie et al. (2014) comparan los resultados para 89 acciones del sector *utilities* de Estados Unidos utilizando el método de la distancia y el de la cópula; Caldas et al. (2014) comparan los resultados de las acciones estadounidenses, brasileñas y europeas utilizan el método de la distancia y el método de la cointegración.

podrían justificar una divergencia permanente en el tiempo o una nueva relación relativa entre los precios de ambas acciones.

Las variables seleccionadas son variables del consenso de analistas facilitado por FactSet<sup>32</sup>, concretamente: (a) beneficio por acción de los próximos 12 meses (BPA), (b) valor contable por acción (VCPA), (c) precio objetivo (PO), (d) recomendación y (e) conocimiento de las empresas, representada por el número de estimaciones de cada valor. Estas variables, entre otras, pueden explicar el co-movimiento de los precios de las acciones (Chen et al., 2012). Se han elegido los valores del consenso porque “tienen en cuenta la información implícita en las recomendaciones de todos los analistas que siguen un valor concreto” (Barber et al., 2001, pág. 832). El beneficio por acción a 12 meses y el valor contable por acción son valores centrales en la valoración de las acciones<sup>33</sup>. A pesar de las críticas, tanto sobre la sobre-reacción como la infra-reacción de los analistas ante la llegada de nueva información al mercado (Easterwood y Nutt, 1999), se considera que los analistas realizan mejores estimaciones sobre los beneficios de las compañías que los modelos cuantitativos (Brown et al., 1987) por un mejor uso de la información disponible. El precio objetivo se ha incorporado recientemente en los informes de los analistas y refleja la opinión de los analistas sobre el valor real de una acción (Gleason et al., 2013). Las recomendaciones tienen valor para los inversores porque ayudan a obtener rentabilidades superiores (Barber et al., 2001), aportando incluso más valor los cambios en las recomendaciones de consenso (Jegadeesh et al., 2004). Por último, el número de estimaciones, que equivale al número de analistas que siguen un

---

<sup>32</sup> Compañía fundada en 1978 que da soluciones a la práctica totalidad de participantes en la industria financiera y, concretamente, es proveedora de las estimaciones de los intermediarios financieros a nivel global, así como de otros datos financieros o macroeconómicos a los inversores institucionales. Recuperado el 9 de octubre de 2015 de <http://investor.factset.com/investors/investor-overview/factset-timeline/default.aspx>

<sup>33</sup> Chen y Zhang (2002) afirman que la influencia de el BPA y el VCPA en el valor de una acción depende de la rentabilidad: a mayor rentabilidad, mayor influencia del BPA y menor del VCPA (y viceversa).

valor, tiene una relación positiva con el valor de mercado de la compañía: a mayor número de analistas, mayor valor de mercado (y viceversa) (Chung y Jo, 1996).

## 3.2. Hipótesis planteadas

El objetivo final de esta tesis es explorar el modelo de *pairs trading* más utilizado en la investigación académica, el método de la distancia, proponiendo la incorporación de variables fundamentales relacionadas con el co-movimiento de las acciones con el fin último de incrementar la rentabilidad de la estrategia.

En la primera fase, se testará el método de la distancia sobre las acciones de los índices Ibex 35, Euro Stoxx 50, Stoxx 50 y Stoxx Europe 600 así como de las carteras que puedan formarse siguiendo unos determinados criterios. En la segunda fase, se propondrán mejoras al modelo básico de *pairs trading* mediante la incorporación de variables relacionadas con la evolución propia de cada empresa provenientes del consenso de analistas: las estimaciones de beneficios y recursos propios de las compañías, las recomendaciones y el precio objetivo, así como el número de estimaciones.

Las hipótesis que se testarán son las siguientes:

**Hipótesis 1:** La estrategia de *pairs trading* utilizando el método de la distancia propuesto en Gatev et al. (1999, 2006) produce rentabilidades no justificadas por el riesgo asumido.

**Hipótesis 2:** La introducción de una hipótesis de limitación de pérdidas (*stop loss*) al método de la distancia propuesto en Gatev et al. (1999, 2006) incrementa la rentabilidad de la estrategia.

**Hipótesis 3:** La introducción de forma individual de las variables (a) beneficio por acción de los próximos 12 meses (BPA), (b) valor contable por acción (VCPA), (c) precio objetivo (PO), (d) recomendación y (e) conocimiento de las empresas, representada por el número de estimaciones de cada valor, mejora los resultados del modelo base porque reflejan los cambios del riesgo idiosincrático, anticipando la reversión y la no reversión a la media.

### **3.3. Selección de las muestras**

#### **3.3.1. Acciones**

Las acciones elegidas para la realización del estudio empírico pertenecen, o pertenecieron en el pasado, a cuatro índices bursátiles: Ibex 35, EuroStoxx 50, Stoxx Europe 50 y Stoxx Europe 600. Estas acciones se han segmentado de acuerdo a los principales criterios que utiliza STOXX<sup>34</sup> en la elaboración de sus índices, concretamente, industria, supersector, tamaño y estilo de inversión. Adicionalmente, se han incluido los criterios de país donde se negocia la acción y moneda en que se contrata. STOXX utiliza la clasificación ICB de cuatro niveles en la sectorialización de las empresas<sup>35</sup>. En el Anexo 1 se muestra el desglose de los criterios país y moneda. En el Anexo 2 se incluye la clasificación ICB de para la catalogar las empresas según sectores.

---

<sup>34</sup> STOXX Ltd. es una compañía especializada en índices bursátiles, que lanzó la primera familia en 1998, incluido el Euro Stoxx 50. Recuperado el 13 de julio de 2015 de <https://www.stoxx.com/company-profile>.

<sup>35</sup> ICB (Industry Classification Benchmark) es un sistema propiedad de FTSE Group que cataloga 70.000 empresas y 75.000 acciones de todo el mundo en cuatro niveles sectoriales (industria, supersector, sector y subsector) permitiendo su comparación. Recuperado el 13 de julio de 2015 de <http://www.icbenchmark.com/>.

## a. **Ibex 35**

El Ibex 35 es el índice de referencia del mercado bursátil español. Está compuesto por los 35 valores más líquidos cotizados en las bolsas españolas y es usado como subyacente en la contratación de productos derivados. Fue lanzado el 14 de enero de 1992 con fecha base 29 de diciembre de 1989 y un valor de 3.000 puntos. El criterio de inclusión es la liquidez. Su valor se calcula atendiendo al precio de cada una de las acciones integrantes, ponderado por su capitalización bursátil ajustada por el capital flotante<sup>36</sup> (*free-float*). Se revisión es trimestral: en junio y diciembre de forma ordinaria y en marzo y septiembre de seguimiento<sup>37</sup>.

Se han seleccionado las 105 empresas que han integrado el índice en algún momento desde su creación<sup>38</sup>. Además de realizar el estudio sobre la cartera integrada por la totalidad de las acciones, se han analizado siete carteras adicionales. Para su composición, se han utilizado los criterios de industria y supersector de la clasificación ICB y se ha impuesto un límite mínimo de 10 títulos por cartera. En el Anexo 3 se incluyen el *ticker*<sup>39</sup>, nombre de las empresas seleccionadas y códigos de la industria y supersector. En el Anexo 4 se incluyen las carteras que van a ser analizadas tanto en la Fase 1 como en la Fase 2 de la contrastación empírica realizada en esta tesis.

---

<sup>36</sup> Capital flotante o *free float* es el porcentaje de acciones de una empresa que cotizan libremente en el mercado sin estar en manos de un accionista estable (Alcaraz Varó, Hughes y Mateo Martínez 2012).

<sup>37</sup> Factsheets de los índices Ibex (2015). Recuperado el 12 de julio de 2015 de [http://www.bolsamadrid.es/esp/Indices/Ibex/Factsheet\\_Ibex.aspx](http://www.bolsamadrid.es/esp/Indices/Ibex/Factsheet_Ibex.aspx).

<sup>38</sup> Aquellas empresas que se han fusionado o que han cambiado de ticker han sido contabilizadas una sola vez. Fuente: Composición histórica del Ibex 35 (2014). Recuperado el 12 de julio de 2015 de [http://www.bolsamadrid.es/esp/Indices/Ibex/ComposicionHistorica\\_Ibex.aspx](http://www.bolsamadrid.es/esp/Indices/Ibex/ComposicionHistorica_Ibex.aspx)

<sup>39</sup> Símbolo que representa a una acción cotizada en un determinado mercado bursátil. Suele constar de dos partes: la primera indica la empresa y la segunda el mercado en el que cotiza.

**Cuadro 6. Ibex 35: distribución de las acciones por sectores**

Industria/Supersector Código ICB	Denominación	Número de empresas
<b>0001</b>	<b>Petróleo y gas</b>	<b>7</b>
0500	Petróleo y gas	7
<b>1000</b>	<b>Materias básicas</b>	<b>11</b>
1300	Productos químicos	3
1700	Recursos básicos	8
<b>2000</b>	<b>Productos industriales</b>	<b>20</b>
2300	Construcción y materiales	14
2700	Bienes y servicios industriales	6
<b>3000</b>	<b>Bienes de consumo</b>	<b>7</b>
3500	Alimentación y bebida	5
3700	Artículos personales y para el hogar	2
<b>4000</b>	<b>Atención de la salud</b>	<b>2</b>
4500	Atención de la salud	2
<b>5000</b>	<b>Servicios al consumidor</b>	<b>15</b>
5300	Minoristas	5
5500	Medios de comunicación	5
5700	Viajes y ocio	5
<b>6000</b>	<b>Telecomunicaciones</b>	<b>3</b>
6500	Telecomunicaciones	3
<b>7000</b>	<b>Servicios públicos</b>	<b>13</b>
7500	Servicios públicos	13
<b>8000</b>	<b>Servicios financieros</b>	<b>22</b>
8300	Bancos	12
8500	Seguros	1
8600	Bienes raíces	7
8700	Servicios financieros	2
<b>9000</b>	<b>Tecnología</b>	<b>5</b>
9500	Tecnología	5
<b>Ibex 35</b>		<b>105</b>

Fuente: BME, Bloomberg, FactSet y elaboración propia

## b. Euro Stoxx 50

El índice Euro Stoxx 50 está compuesto por 50 empresas de 12 países de la Eurozona, que son las líderes de los 19 supersectores en términos de capitalización ajustada por el capital flotante (*free-float*). Aproximadamente representa el 60% de la capitalización ajustada del Euro Stoxx Total Market Index que a su vez representa el 95% de la capitalización de estos 12 países<sup>40</sup>. Fue lanzado el 26 de febrero de 1998, con un valor base de 1.000 a 31 de diciembre de 1991. El valor histórico está disponible desde

<sup>40</sup> Austria, Bélgica, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Holanda, Portugal y España. Recuperado el 13 de julio de 2015 de <https://www.stoxx.com/index-details?symbol=sx5e>.

el 31 de diciembre de 1986<sup>41</sup>. Tras haber reconstruido la composición histórica del índice, se han seleccionado los 75 títulos que han formado parte del mismo en algún momento desde su lanzamiento. El método de la distancia se ha probado, en primer lugar, sobre el conjunto total de títulos y, adicionalmente, sobre las 13 carteras con un mínimo de 10 títulos resultantes de aplicar los criterios (a) país, (b) industria, (c) supersector y (d) estilo de inversión a las 75 acciones. En el Anexo 5 se incluye el *ticker*, nombre de las empresas seleccionadas, código de la industria a la que pertenecen y código del supersector. En el Anexo 6 se encuentran las carteras analizadas en las dos fases.

**Cuadro 7. Euro Stoxx 50: distribución de las acciones**

Industria/Supersector Código ICB	Denominación	País								Total
		BE	DE	ES	FI	FR	IE	IT	NL	
<b>0001</b>	<b>Petróleo y gas</b>			1		1		1	1	<b>4</b>
0500	Petróleo y gas			1		1		1	1	4
<b>1000</b>	<b>Materias básicas</b>		2			1			1	<b>4</b>
1300	Productos químicos		2			1				3
1700	Recursos básicos								1	1
<b>2000</b>	<b>Productos industriales</b>		2			6	1		1	<b>10</b>
2300	Construcción y materiales					3	1			4
2700	Bienes y servicios industriales		2			3			1	6
<b>3000</b>	<b>Bienes de consumo</b>	1	4			4			1	<b>10</b>
3300	Automóviles y repuestos		4			1				5
3500	Alimentación y bebida	1				1			1	3
3700	Artículos personales y para el hogar					2				2
<b>4000</b>	<b>Atención de la salud</b>					3				<b>3</b>
4500	Atención de la salud					3				3
<b>5000</b>	<b>Servicios al consumidor</b>			1		3			1	<b>5</b>
5300	Minoristas			1		2			1	4
5500	Medios de comunicación					1				1
<b>6000</b>	<b>Telecomunicaciones</b>		1	1		1		3		<b>6</b>
6500	Telecomunicaciones		1	1		1		3		6
<b>7000</b>	<b>Servicios públicos</b>		2	2		2		1		<b>7</b>
7500	Servicios públicos		2	2		2		1		7
<b>8000</b>	<b>Servicios financieros</b>		6	2		4	1	4	5	<b>22</b>
8300	Bancos		2	2		3	1	3	1	12
8500	Seguros		2			1		1	3	7
8600	Bienes raíces								1	1
8700	Servicios financieros		2							2
<b>9000</b>	<b>Tecnología</b>		1		1	1			1	<b>4</b>
9500	Tecnología		1		1	1			1	4
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>75</b>
<b>Estilo de inversión</b>										
Crecimiento		1	5	1		11		1	3	22
Valor			10	6	1	12	1	8	5	43

Fuente: BME, Bloomberg, FactSet y elaboración propia

<sup>41</sup> Blue Chip Indices EURO STOXX 50® INDEX (2015). Recuperado el 13 de julio de 2015 de <https://www.stoxx.com/index-details?symbol=sx5e>.

### c. Stoxx Europe 50

El índice Stoxx Europe 50 incluye las empresas líderes de los supersectores europeos. Está compuesto por 50 miembros cuyo origen es de 18 países europeos<sup>42</sup>. Como el Euro Stoxx 50, fue lanzado en febrero de 1998, con un valor base de 1.000 a 31 de diciembre de 1991 y con información histórica desde el 31 de diciembre de 1986<sup>43</sup>.

Se han seleccionado para el estudio empírico las 85 acciones que han estado incluidas en el índice Stoxx Europe 50 en algún momento desde su lanzamiento. Las pruebas se han realizado, como en los casos anteriores, sobre el conjunto total de títulos y, adicionalmente, utilizando los criterios país, estilo de inversión, moneda, industria y supersector, se han analizado 18 carteras con un mínimo de 10 títulos que resultan de aplicar dichos criterios. En el Anexo 6 se incluye el *ticker*, nombre de las empresas, código de la industria a la que pertenecen y código del supersector. En el Anexo 7 se muestran las carteras que se van a analizar.

**Cuadro 8. Stoxx Europe 50: distribución de las acciones**

Industria/Supersector		País										
Código ICB	Denominación	BE	CH	DE	ES	FI	FR	GB	IT	NL	SE	Total
<b>0001</b>	<b>Petróleo y gas</b>						1	3	1	2		7
0500	Petróleo y gas						1	3	1	2		7
<b>1000</b>	<b>Materias básicas</b>			2			1	4		1		8
1300	Productos químicos			2			1					3
1700	Recursos básicos							4		1		5
<b>2000</b>	<b>Productos industriales</b>		1	1			1			1		4
2700	Bienes y servicios industria-		1	1			1			1		4
<b>3000</b>	<b>Bienes de consumo</b>	1	2	1			2	5		1		12
3300	Automóviles y repuestos			1								1
3500	Alimentación y bebida	1	1					1		1		4
3700	Artículos personales y para		1				2	4				7
<b>4000</b>	<b>Atención de la salud</b>		2				1	2				5
4500	Atención de la salud		2				1	2				5

<sup>42</sup> Además de los 12 países representados en el índice Euro Stoxx 50, se incorporan República Checa, Dinamarca, Noruega Suecia Suiza y Reino Unido. Recuperado el 13 de julio de 2015 de <https://www.stoxx.com/index-details?symbol=sx5p>.

<sup>43</sup> Blue Chip Indices STOXX Europe 50 INDEX (2015). Recuperado el 13 de julio de 2015 de <https://www.stoxx.com/index-details?symbol=sx5p>.

Industria/Supersector		País										
Código ICB	Denominación	BE	CH	DE	ES	FI	FR	GB	IT	NL	SE	Total
<b>5000</b>	<b>Servicios al consumidor</b>						<b>2</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>4</b>
5300	Minoristas						1	1			1	3
5500	Medios de comunicación						1					1
<b>6000</b>	<b>Telecomunicaciones</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>7</b>
6500	Telecomunicaciones				1	1	1	2	2			7
<b>7000</b>	<b>Servicios públicos</b>				<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>				<b>6</b>
7500	Servicios públicos				2	1	2	1				6
<b>8000</b>	<b>Servicios financieros</b>		<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>3</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>4</b>		<b>28</b>
8300	Bancos		2	1	2		2	6	2	1		16
8500	Seguros		2	2			1	2	1	3		11
8700	Servicios financieros		1									1
<b>9000</b>	<b>Tecnología</b>				<b>1</b>		<b>1</b>				<b>1</b>	<b>4</b>
9500	Tecnología				1		1				1	4
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>85</b>
Creci-		1	5	3			5	6	1	2		23
Valor			3	7	4	1	9	11	5	5	1	46

Fuente: BME, Bloomberg, Factset y elaboración propia

#### d. Stoxx Europe 600

El índice Stoxx Europe 600 se deriva del índice Stoxx Europe Total Market Index (TMI). El número de componentes está fijado en 600 de 18 países europeos. El valor base del índice se estableció en 100 a 31 de diciembre de 1991<sup>44</sup>.

Se han seleccionado 960 empresas que forman o han formado parte en algún momento del Stoxx Europe 600. Como en los índices previos, el estudio se ha realizado sobre la totalidad de las empresas y sobre las 133 carteras con un mínimo de 20 acciones resultantes de aplicar los criterios país, industria, supersector, tamaño y moneda. En un lápiz de memoria se facilita la información relacionada con las empresas incluidas: *ticker*, nombre de las empresas, código de la industria a la que pertenecen y código del supersector. En el Anexo 9 están las carteras que se van a analizar.

<sup>44</sup> STOXX Europe 600 INDEX (2015). Recuperado el 13 de julio de 2015 de <https://www.stoxx.com/index-details?symbol=sxxp>.

**Cuadro 9. Stoxx Europe 600: distribución de las acciones**

Industria/Supersector																		Total	
Código ICB	AT	BE	CH	CZ	DE	DK	ES	FI	FR	GB	GR	IE	IS	IT	NL	NO	PT	SE	Total
<b>0001</b>	1				1	1	3	1	3	20				2	3	8	1	1	45
0500	1				1	1	3	1	3	20				2	3	8	1	1	45
<b>1000</b>	1	2	5		10			3	6	25	1			2	3	2		4	64
1300		2	5		10				3	8				1	2	1		1	33
1700	1							3	3	17	1			1	1	1		3	31
<b>2000</b>	1	2	16		19	6	7	5	30	67	1	4		7	10			14	189
2300			3		2	1	3		8	7	1	2			3			3	33
2700	1	2	13		17	5	4	5	22	60		2		7	7			11	156
<b>3000</b>	1	1	6		13	3	3	2	16	30	4	5	1	6	7	2		5	105
3300					7			1	4	2				3				1	18
3500	1	1	4			2	1		5	11	2	4	1	2	7	2			43
3700			2		6	1	2	1	7	17	2	1		1				4	44
<b>4000</b>		1	8		8	6	1	3	5	9					1			6	49
4500		1	8		8	6	1	3	5	9					1			6	49
<b>5000</b>	1	3	3		7		9	1	18	67	4	2		3	6	1	1	4	130
5300		2	3		1		5	1	4	27					3		1	2	49
5500		1			4		3		11	21				2	3	1		2	48
5700	1				2		1		3	19	4	2		1					33
<b>6000</b>		1	1		4	1	3	3	3	8	3	2		4	4	1	1	3	42
6500		1	1		4	1	3	3	3	8	3	2		4	4	1	1	3	42
<b>7000</b>		1		1	2		8	1	6	16	1			8				1	45
7500		1		1	2		8	1	6	16	1			8				1	45
<b>8000</b>	5	9	17	1	22	6	11	2	17	65	9	4	4	32	12	5	5	14	240
8300	2	2	4	1	5	3	9	1	5	8	7	3	2	22	1	1	4	4	84
8500	1	1	7		6	2	1	1	5	19	1			6	6	2	1	1	60
8600	2	1	2		5				5	16				4				3	38
8700		5	4		6	1	1		2	22	1	1	2	4	1	2		6	58
<b>9000</b>			3		6		1	1	10	19				1	6	2		2	51
9500			3		6		1	1	10	19				1	6	2		2	51
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>59</b>	<b>2</b>	<b>92</b>	<b>23</b>	<b>46</b>	<b>22</b>	<b>114</b>	<b>326</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>65</b>	<b>52</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>53</b>	<b>960</b>
<b>Tamaño</b>																			
Grande		5	21		35	6	14	4	41	82		4		18	18	4	1	13	266
Mediana	4	8	17	1	23	6	16	8	35	110	2	6	2	22	12	5	2	17	296
Pequeña	6	7	21	1	34	11	16	10	38	134	21	8	3	25	22	12	6	23	398

Fuente: BME, Bloomberg, FactSet y elaboración propia.

### 3.3.2. Precios

En la contrastación empírica de los modelos se han utilizado los precios diarios entre el 1 de enero de 1991 y el 31 de mayo de 2015 obtenidos de Bloomberg. Los precios utilizados son precios ajustados por ampliaciones, *splits*<sup>45</sup> y dividendos, pudiendo, por tanto, derivarse directamente la serie los retornos de los títulos. Gatev et al. (1999, 2006) utilizan asimismo series de precios corregidas.

<sup>45</sup> Desdoblamiento de una acción.

Los precios están denominados en la moneda vigente en el país de cada uno de los mercados (ver Anexo 1). Para los mercados de países pertenecientes a la Eurozona se ha utilizado el euro en toda la serie. Para aquellos días en que no hay precio debido a festividades nacionales no comunes a todos los mercados, se ha utilizado el precio del día anterior.

El número de acciones sobre las que existe precio en cada periodo es variable y oscila entre un mínimo de 41 en 1991 y un máximo de 62 en 2002 en el caso del Ibex 35 y de entre 189 y 669 para el Stoxx Europe 600, como se puede observar en el cuadro incluido a continuación.

**Cuadro 10. Número de acciones con precio por año**

Año	Ibex 35	EuroStoxx 50	Stoxx 50	Stoxx 600	Año	Ibex 35	EuroStoxx 50	Stoxx 50	Stoxx 600
1991	41	28	39	189	2003	61	69	81	663
1992	44	38	57	286	2004	60	69	82	659
1993	44	50	66	393	2005	61	68	80	640
1994	47	54	70	426	2006	59	69	81	650
1995	53	54	69	463	2007	58	68	81	669
1996	51	57	70	501	2008	59	66	79	634
1997	56	59	74	537	2009	57	63	77	622
1998	56	51	68	541	2010	56	63	77	641
1999	54	62	78	610	2011	54	65	76	639
2000	59	64	80	622	2012	57	65	77	634
2001	60	69	82	654	2013	55	65	77	632
2002	62	71	82	666					

Fuente: BME, Bloomberg, FactSet y elaboración propia.

### **3.3.3. Variables fundamentales de las compañías**

Las variables fundamentales de las compañías se han obtenido de la base de datos financieros FactSet. Esta compañía ofrece datos históricos y estimaciones sobre unas 16.000 empresas de todo el mundo. Mantiene asimismo los registros históricos de las estimaciones, lo que permite analizar las expectativas que, en momentos pasados, tenían los analistas sobre las compañías. Partiendo de la información que 890 intermediarios financieros facilitan a FactSet, la compañía elabora el consenso de mercado que

es la cifra que resulta de agregar y promediar todos los datos facilitados, interpretándose que refleja las expectativas que tiene el conjunto del mercado.

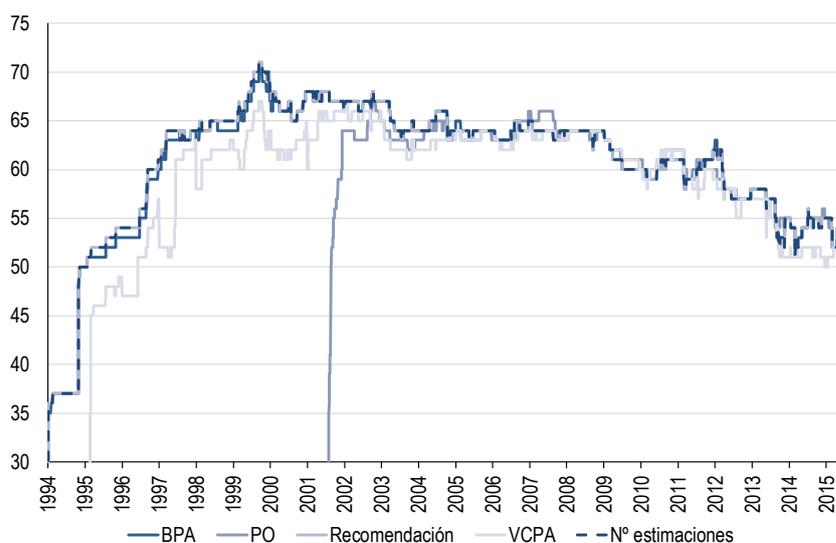
#### **a. Beneficio por acción de los próximos 12 meses (BPA)**

El BPA se calcula como el beneficio neto de un periodo determinado dividido por el número de acciones medias existentes en el periodo considerado. El BPA elegido como variable para el modelo implantando en este documento es el BPA de los próximos 12 meses. FactSet calcula este BPA a partir de las estimaciones de BPA del año corriente en la fecha de la estimación (FY1) y del siguiente ejercicio (FY2), ponderándolos por su contribución relativa a los 12 siguientes meses. Las estimaciones provienen de un número variable de *brokers*, utilizándose las emitidas en los últimos 100 días como norma general (esta es la ventana que se ha elegido en este estudio) para evitar su desactualización y ofreciéndose como resultados más relevantes del conjunto de estimaciones la media, la mediana, el mayor, el menor y la desviación típica. FactSet proporciona datos históricos del BPA a 12 meses desde 1996 para las empresas europeas como norma general.

#### **1. Ibex 35**

De las 105 empresas que se han seleccionado, FactSet ofrece estimaciones sobre 96. La serie de datos se inicia en 1994. El número de acciones sobre las que se tiene el BPA a 12 meses a lo largo del periodo 2 de enero de 1994 – 31 de mayo de 2015 oscila entre un mínimo de 35 y un máximo de 70. A 31 de mayo de 2015, las acciones sobre las que se tiene este dato es de 54 (véase cuadro 11. Ibex 35: evolución del número de datos de consenso).

**Cuadro 11. Ibex 35: evolución del número de datos de consenso**



Fuente: FactSet y elaboración propia.

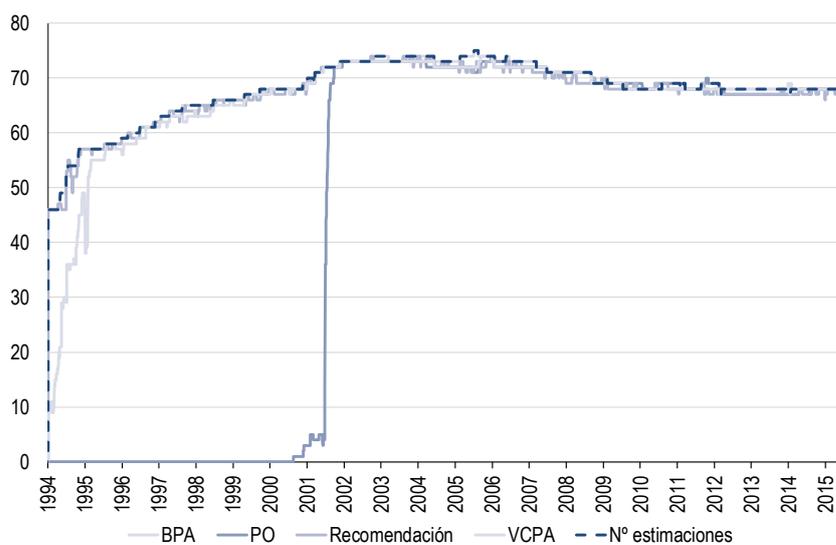
## 2. Euro Stoxx 50

Todas las empresas que han formado parte del Euro Stoxx 50 (75) cuentan con estimaciones del BPA a 12 meses. Un análisis temporal de los datos muestra que el número de empresas con estimaciones varía entre un mínimo de 67 empresas y un máximo de 75 (véase cuadro 12. Euro Stoxx 50: evolución del número de datos de consenso).

## 3. Stoxx Europe 50

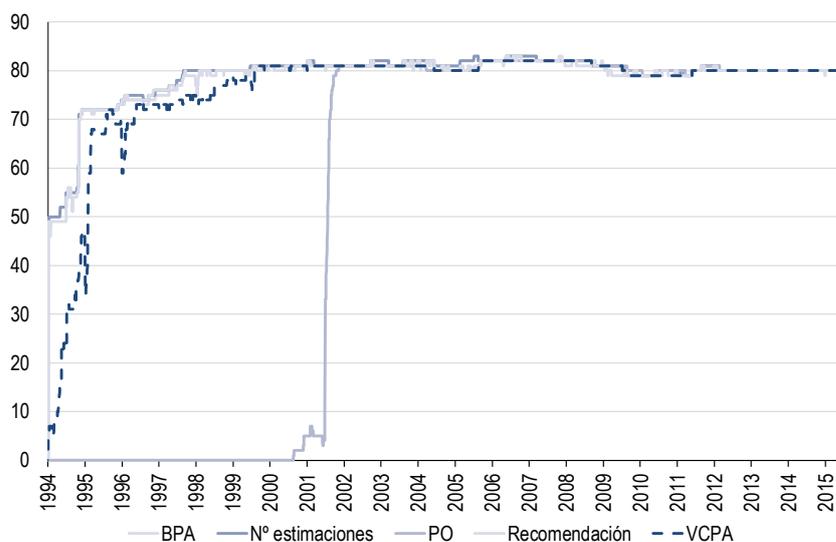
FactSet proporciona estimaciones del BPA a 12 meses para 84 de las 85 empresas que han integrado el índice Stoxx Europe 50 en algún momento, variando entre 79 y 83 de mínimo y máximo, respectivamente, dependiendo del periodo (véase cuadro 13. Stoxx Europe 50: evolución del número de datos de consenso).

**Cuadro 12. Euro Stoxx 50: evolución del número de datos de consenso**



Fuente: FactSet y elaboración propia.

**Cuadro 13. Stoxx Europe 50: evolución del número de datos de consenso**



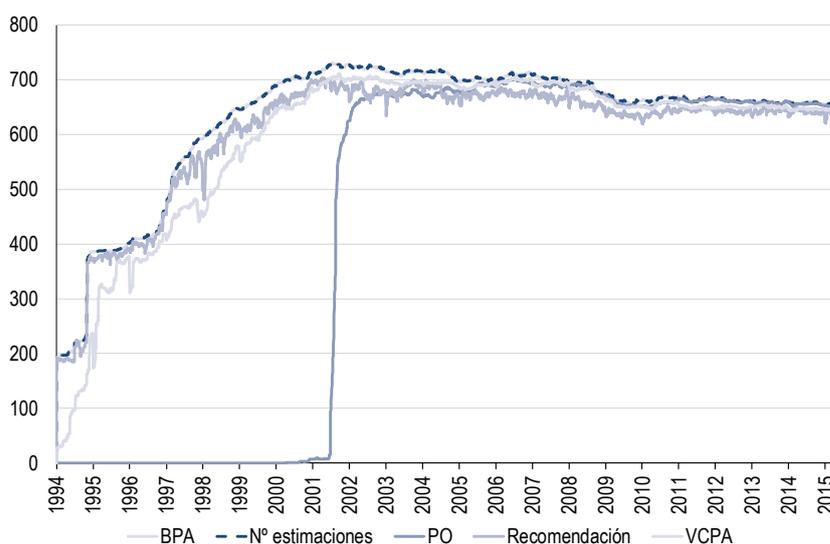
Fuente: FactSet y elaboración propia.

#### 4. Stoxx Europe 600

El número de empresas que habiendo formado parte del Stoxx Europe 600 cuentan con estimaciones históricas del BPA a 12 meses asciende a 924. Esta

cifra oscila entre un mínimo de unas 400 empresas en 1996 y un máximo de 730 en 2001 (véase cuadro 14. Stoxx Europe 600: evolución del número de datos de consenso).

**Cuadro 14. Stoxx Europe 600: evolución del número de datos de consenso**



Fuente: FactSet y elaboración propia.

## **b. Valor contable por acción (VCPA)**

El valor contable por acción es calculado como los recursos propios de una compañía dividido por el número de acciones en circulación a la fecha del balance. FactSet calcula el VCPA de los próximos 12 meses promediando el VCPA del año en curso y el del siguiente dependiendo del mes, como se expuso para el BPA a 12 meses. FactSet proporciona datos históricos para las empresas de Europa desde 1996, con alguna excepción.

## **1. Ibex 35**

Existen estimaciones históricas del VCPA a 12 meses de 95 empresas de las 105 que han sido incluidas en algún momento en el Ibex 35, oscilando entre un mínimo de 35 y un máximo de 67, desde el inicio de las series históricas en marzo de 1995.

## **2. Euro Stoxx 50**

Todas las acciones que han formado parte del Euro Stoxx 50 cuentan con un histórico de estimaciones del VCPA a 12 meses. Las series se inician en enero de 1996 de forma generalizada.

## **3. Stoxx Europe 50**

Nuevamente, 84 de las 85 acciones que han estado en algún momento incluidas en el Stoxx Europe 50 tienen estimaciones históricas del VCPA a 12 meses desde enero de 1996.

## **4. Stoxx Europe 600**

FactSet proporciona estimaciones del VCPA a 12 meses desde enero de 1996 para 917 acciones del total de 960 seleccionadas en esta tesis como miembros de este índice. La cifra oscila entre un mínimo de 312 y un máximo de 711.

### **c. Precio objetivo (PO)**

El precio objetivo, como ya se ha comentado, es una de las últimas variables que los analistas financieros han incluido en sus informes sobre compañías cotizadas. De ahí que la serie histórica que proporciona FactSet sobre los mismos se inicia en el ejercicio 2001.

Para el Ibx 35, se cuenta con datos históricos del precio objetivo de 83 empresas. Para el Euro Stoxx 50, el Stoxx Europe 50 y el Stoxx Europe 600, se proporcionan estimaciones del precio objetivo de 75, 84 y 877 acciones para cada índice, respectivamente.

### **d. Recomendación**

La recomendación es la opinión de un analista sobre las acciones de una compañía teniendo en cuenta toda la información económica y financiera que puede tener impacto en la acción. FactSet incorpora en sus estimaciones la visión a entre 6 y 12 meses sobre una acción. El epígrafe recomendación elegido de la base de datos para incorporar en el modelo incluye todas las recomendaciones de los intermediarios financieros recibidas en los últimos 100 días, utilizándose la más reciente en caso de emitir un mismo analista varias recomendaciones en el periodo indicado.

Las recomendaciones de los *brokers* están divididas en cinco categorías: (a) comprar, (b) sobreponderar, (c) mantener, (d) infraponderar y (e) vender. A cada categoría, FactSet le atribuye una calificación entre 1 y 3: 1 para comprar, 1,5 para sobreponderar, 2 para mantener, 2,5 para infraponderar y 3 para vender. La calificación obtenida tras

agregar las recomendaciones de los intermediarios será la calificación de consenso: una calificación inferior a 1,25 significa comprar, entre 1,25 y 1,75 implica sobreponderar, entre 1,75 y 2,25 mantener, entre 2,25 y 2,75 infraponderar y, finalmente, entre 2,75 y 3, vender.

FactSet proporciona la recomendación de 94 empresas de las 105 seleccionadas del Ibex 35 desde el 3 de enero de 1994. Asimismo, ofrece recomendaciones de 75, 84 y 912 empresas del Euro Stoxx 50, el Stoxx Europe 50 y el Stoxx Europe 600, respectivamente, desde enero de 1996.

#### **e. Número de estimaciones**

FactSet proporciona el número de analistas que han emitido estimaciones sobre un determinado valor. Como ya se ha expuesto, está documentada la relación positiva entre el número de analistas que sigue una determinada compañía y la capitalización bursátil de la misma. FactSet proporciona esta variable desde 1996 para las empresas europeas, de forma general.

El Ibex 35 cuenta con un histórico del número de estimaciones para 96 empresas desde enero de 1994. La historia para los tres índices europeos elegidos se inicia en 1996, incluyendo a 75 empresas del Euro Stoxx 50, 84 empresas del Stoxx Europe 50 y 924 empresas del Stoxx Europe 600.

## **3.4. Diseño del experimento**

### **3.4.1. Fase 1: La aplicación del método de la distancia.**

La fase 1 dará respuesta a las hipótesis número 1 y 2 planteadas anteriormente. El método de la distancia que se propondrá ha seguido en su práctica totalidad la metodología utilizada por Gatev et al. (2006).

A continuación, se describirá el procedimiento utilizado, distinguiendo entre los periodos de formación y ejecución y el cómputo de los resultados.

#### **a. Periodo de formación**

El periodo de formación tiene una duración de 12 meses (por ejemplo, del 1 de enero de 2001 al 31 de diciembre de 2001), reiniciándose un nuevo periodo de formación el primer día del mes que sigue al que comenzó el periodo inicial (véase cuadro 2), siguiendo el modelo de Gatev et al. (2006). La muestra de precios analiza se extiende entre el 1 de enero de 1991 y el 31 de mayo de 2015, lo que resulta en un total de 276 periodos de formación. Asimismo, se ha simulado alternativamente periodos de formación de 12 meses sin superposición en la ejecución, comenzando los periodos de formación el 1 de enero y el 1 de julio de cada año (véase cuadro 3). Este modelo es el utilizado en Andrade et al. (2005) y Karvinen (2012), por ejemplo. El total de periodos de formación en la muestra de precios utilizada en esta tesis ascendería en este supuesto a 46.

El primer paso es la normalización de la serie de precios. La opción elegida es la construcción de un índice de retornos acumulados para cada serie, fijando en 1 el valor de cada acción el día inicial de cada periodo de formación. Esta metodología es la utilizada en Gatev et al. (2006) y difiere de la usada por Perlin (2009), entre otros, que normalizan la serie por media y varianza.

Se seleccionan todas las acciones sobre las que se tenga precio todos los días del periodo de formación. Este es el procedimiento seguido para el modelo sobre el Ibex 35 y sigue las directrices observadas en Gatev et al. (2006), quienes argumentan que se quiere evitar incorporar acciones que no sean suficientemente líquidas. En los modelos sobre el Euro Stoxx 50, Stoxx Europe 50 y Stoxx Europe 600 se han reconstruido las series para tener en cuenta los días festivos en cada país. A esos días se les ha asignado el precio del día inmediatamente anterior. Con esta reconstrucción se quiere evitar eliminaciones de acciones no relacionadas con su liquidez sino con los calendarios de las bolsas de cada país que, desde la implantación del euro, han tendido a homogeneizarse en toda Europa. Realizada la misma, se aplica el criterio de elegir solamente las acciones que tengan precios para todos y cada uno de los días del periodo de formación.

El número de acciones medio por periodo que cumple el requisito de tener precio de cotización todos los días del periodo de formación es de 55 para el Ibex 35, 61 para el Euro Stoxx 50, 75 para el Stoxx Europe 50 y 575 para el Stoxx Europe 600 en la versión con superposición de periodos. Estas cifras son 55, 61, 74 y 570 si la estrategia se ejecuta con periodos de ejecución contiguos y no superpuestos.

**Cuadro 15. Número de acciones**

	Ibex 35	EuroStoxx 50	Stoxx 50	Stoxx 600
<b>Periodos superpuestos</b>				
Número de periodos	276	276	276	276
Número máximo de acciones	63	71	82	679
Número mínimo de acciones	40	24	39	189
Número medio de acciones	55	61	75	575
<b>Periodos consecutivos</b>				
Número de periodos	46	46	46	46
Número máximo de acciones	63	71	82	675
Número mínimo de acciones	41	25	39	189
Número medio de acciones	55	61	74	570

Fuente: Stoxx, FactSet, Bloomberg y elaboración propia.

A continuación, se forman todos los pares posibles con el número de acciones seleccionado. Para cada par se calcula: (a) la distancia media del periodo de formación, (b) la desviación típica de la distancia durante el periodo de formación y (c) la suma de las distancias al cuadrado del periodo de formación. La distancia se define simplemente como la diferencia de los precios normalizados de cada acción en una fecha determinada<sup>46</sup>. También en esta etapa se sigue a Gatev et al. (2006), a diferencia de otros autores que limitan el número de pares aplicando distintos criterios, para reducir el número de operaciones de cálculo<sup>47</sup>.

En la implantación del modelo se han calculado un total de 49.024.454 pares: de los cuales 417.573 pertenecen a la cartera del Ibex 35, 515.204 al Euro Stoxx 50, 770.469 al Stoxx Europe 50 y 47.321.208 al Stoxx Europe 600. Se facilita en un lápiz de memoria la información relativa a estos pares (acciones que constituyen el par, distancia media del periodo de formación, desviación típica de la distancia, suma de las distancias al cuadrado y correlación de los retornos).

<sup>46</sup> Véanse las ecuaciones en el capítulo 2 de esta tesis.

<sup>47</sup> Papadakis y Wysocki (2008) proponen para optimizar la selección de los pares ordenarlos según los retornos a 6 y 12 meses y organizarlos en 25 quintiles. Los cálculos se realizarán entre las acciones que pertenezcan al mismo grupo. Esta propuesta es criticada por Do y Faff (2010).

**Cuadro 16. Número de pares analizados**

	Ibex 35	EuroStoxx 50	Stoxx 50	Stoxx 600
<b>Periodos superpuestos</b>				
Número de periodos	276	276	276	276
Número de pares analizados	417.573	515.204	770.469	47.321.208
Número máximo de pares por periodo	1.953	2.485	3.321	230.181
Número mínimo de pares por periodo	780	276	741	17.766
Número medio de pares por periodo	1.513	1.867	2.792	171.454
<b>Periodos consecutivos</b>				
Número de periodos	46	46	46	46
Número de pares analizados	69.515	85.235	127.485	7.786.381
Número máximo de pares por periodo	1.953	2.485	3.321	227.475
Número mínimo de pares por periodo	820	300	741	17.766
Número medio de pares por periodo	1.511	1.853	2.771	169.269

Fuente: Stoxx, FactSet, Bloomberg y elaboración propia.

El criterio de selección de pares elegido será el de menor suma de las distancias de los precios normalizados al cuadrado. Para cada cartera indicada en el epígrafe 3.3.1, se elegirán los 5, 10, 20, 50, 100 y 150 pares con las menores distancias al cuadrado, salvo en aquellas carteras que el número de acciones incluidas no permita tal número de pares. La selección de pares propuesta por Gatev et al. (2006) es algo distinta porque se elige previamente para cada acción aquella con la que se minimiza la suma de las distancias al cuadrado, seleccionándose posteriormente los 5 y 20 pares con menores distancias al cuadrado. Estos autores también analizan los 20 pares después de los 100 primeros (pares 101 a 120) y todos los pares. El número de pares más utilizado en trabajo previos es 20.

El número total de pares que serán controlados en la fase de ejecución superan los cuatro millones en el modelo con superposición, incluyendo la cartera principal, que es una cartera no restringida, así como a las carteras adicionales

**Cuadro 17. Número de pares controlados en la fase de ejecución**

(Por periodo)	Ibex 35	Euro Stoxx 50	Stoxx 50	Stoxx 600	Total
Máximo	364	878	1.136	17.314	19.692
Mínimo	220	247	484	4.006	4.957
Media	302	727	996	14.035	16.060
<b>Total</b>	<b>83.462</b>	<b>200.730</b>	<b>274.821</b>	<b>3.873.633</b>	<b>4.432.646</b>

Fuente: Stoxx, FactSet, Bloomberg y elaboración propia

## **b. Periodo de ejecución**

El periodo de ejecución tiene una duración de seis meses y comienza el día después del último día del periodo de formación. Este es también el criterio aplicado en Gatev et al. (2006).

Los precios de ambas acciones continúan las series de precios normalizados comenzadas el primer día del periodo de formación siguiendo a Karvinen (2012). Este es un punto de diferencia con Gatev et al. (2006) quienes reinician la serie de retornos acumulados el primer día del periodo de ejecución. La metodología utilizada en esta tesis permite la realización de operaciones desde el primer día del periodo de ejecución.

Para cada par seleccionado se calcula la diferencia de precios normalizados diaria. Esta cifra se contrasta con los límites superior e inferior de divergencia que señalan la sobrevaloración o infravaloración relativa de las acciones incluidas en el par. Se definirá como criterio de entrada los límites superior e inferior, los cuales se calcularán como la media de la distancia en el periodo de formación más/menos un número determinado de desviaciones típicas. Gatev et al. (2006) utilizan como criterio 2 desviaciones típicas, que es el criterio comúnmente utilizado en los artículos académicos sobre *pairs trading*. En esta tesis se ha realizado un análisis de sensibilidad utilizando 17 valores distintos para el número de desviaciones típicas entre 1 y 5, con incrementos de 0,25. Las implicaciones prácticas son obvias: cuanto menor sea el número de desviaciones típicas consideradas para calcular los límites superior e inferior, mayor será el número de ocasiones en que se generará una señal de entrada, pero menor será el beneficio potencial de cada operación. Bernardi y Gnoatto (2010) en su estudio empírico sobre las acciones del sector bancario europeo incluyen un análisis de sensibilidad para distintos límites de entrada

con unos resultados de los que no se pueden extraer conclusiones porque no hay una tendencia definida al incrementar o reducir el límite. Lucey y Walshe (2013) al analizar acciones francesas y alemanas para diferentes frecuencias de datos aplican límites que varían entre 1,5 y 3,0 obteniendo resultados brutos crecientes para aumentos del límite hasta 2,3 veces en la frecuencia semanal y resultados brutos decrecientes para la frecuencia mensual.

Así, dadas dos acciones, A y B, cuando la distancia del precio normalizado de A menos B sea mayor que el límite superior, se considerará que la acción B está relativamente infravalorada respecto a la acción A y, en consecuencia, se comprará la acción B y se venderá la acción A. La estrategia implantada es una estrategia autofinanciada y, por tanto, se invertirá la misma cantidad en B que la vendida en A. A la inversa, cuando la distancia del precio normalizado de A menos B sea menor que el límite inferior, será la acción A la que se considere relativamente infravalorada en comparación con B y, por tanto, la operación que se realizará será justamente la inversa que en el caso anterior: se comprará la acción A y se venderá la misma cantidad de la acción B. Esta operación se realizará para todos los pares que se consideren en cada experimento.

La posición en los pares, una vez se ha activado el criterio de entrada, se mantiene hasta la activación del criterio de salida o hasta el fin del periodo. Gatev et al. (2006) establecen únicamente un criterio de salida, con el que se obtienen beneficios: la reversión a la media. La convergencia de los precios de las acciones está relacionada con la propiedad de reversión a la media documentada por DeBondt y Thaler (1985, 1987) y Jegadeesh y Titman (1993). En el caso de que no se produzca dicha reversión, se limitará la tenencia máxima de la posición al último día del periodo de ejecución, fecha en que se deberán deshacer todas las posiciones abiertas, pudiéndose obtener en ese

momento beneficios o pérdidas indistintamente en cada uno de los pares que, tras haber sido abiertos, no hayan revertido a la media.

Así, cuando la diferencia de los precios normalizados de las dos acciones es igual o inferior (en el supuesto que se haya activado el límite superior) a la distancia media entre los precios normalizados de las acciones en el periodo de formación, es decir, se produce la reversión a la media del diferencial o distancia, se activa el criterio de salida. Activado el criterio de salida, se realizarán las operaciones contrarias a las ejecutadas tras la activación del criterio de entrada: en este supuesto, se venderá la acción B (que había sido previamente comprada) y se comprará la acción A (anteriormente vendida). El resultado del conjunto de operaciones realizadas con el par formado por las acciones A y B será positivo e igual a la diferencia de precios de B menos la diferencia de precios de A (menos los costes de ejecución que se consideren). Esta diferencia es siempre positiva (sin considerar los costes) porque la única forma de que el diferencial entre ambas acciones se haya reducido es que el comportamiento del precio de la acción B sea relativamente mejor que el de la acción A y, por tanto, se haya eliminado la infravaloración relativa que presentaba B respecto de A.

Si el criterio de entrada se activó por sobrepasar el límite inferior, esto es, la distancia media menos las desviaciones típicas que se consideren, el criterio de salida se definirá como que la distancia entre las dos acciones sea igual o superior a la distancia media en el periodo de formación. En este caso, se venderá la acción A (previamente comprada) y se comprará la acción B (vendida tras activarse el criterio de entrada). El resultado será también positivo e igual a la diferencia de precios de A menos la diferencia de precios de B (menos costes), que, como se puede observar es el cálculo inverso al expuesto en el caso anterior. Asimismo, las operaciones deberán proporcionar conjuntamente un resultado positivo, antes de considerar los costes incurridos, porque para

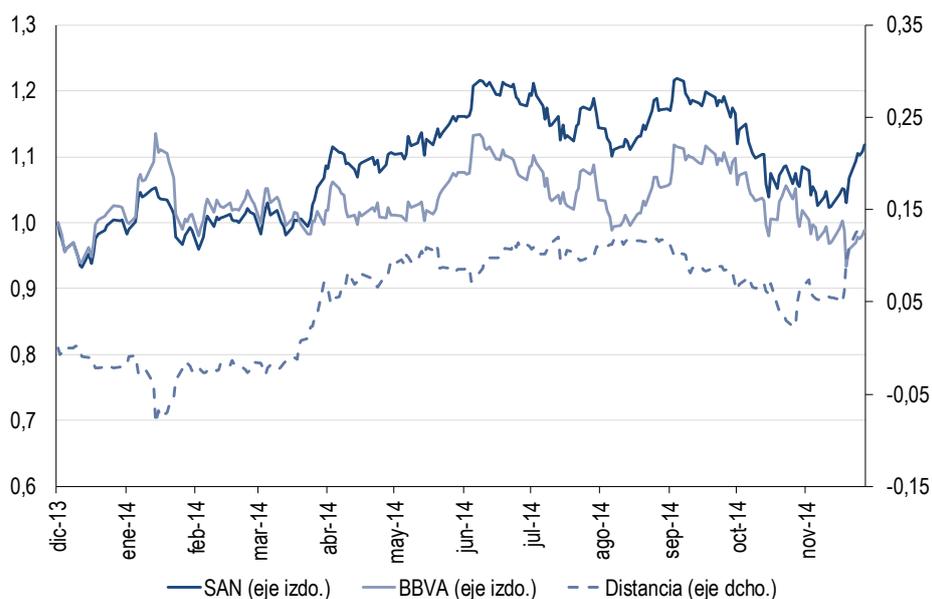
que se active el criterio de salida la acción A ha debido de tener un comportamiento relativamente mejor que la acción B. Si el mercado es alcista, el precio de la acción A ha tenido que subir más que la acción B desde el momento en que se activó el criterio de entrada hasta que se activó el de salida. Si el mercado es bajista, el descenso del precio de A debe ser inferior al descenso del precio de B para que se reduzca la infravaloración relativa de A respecto de B. Obsérvese que en los supuestos mencionados se corrige la infravaloración o sobrevaloración relativa entre las dos acciones sin que se afirme que el precio de las acciones es correcto en términos absolutos. Este es uno de los objetivos de la estrategia de pares: evitar el problema de la valoración en términos absolutos de los activos financieros y plantear una solución al problema de la valoración relativa entre ambos activos que es, a priori, una cuestión más fácil de solucionar (Vidyamurthy, 2004).

A partir del momento de cierre de la operación, se puede volver a activar el criterio de compra si se cumplen los requisitos establecidos, por lo que un par se puede ejecutar varias veces a lo largo del periodo de ejecución.

Para la mejor comprensión de la dinámica de la metodología, se incluirá a continuación un ejemplo práctico en el que se aplica el proceso descrito a las acciones de Grupo Santander (acción A) y BBVA (acción B). El periodo de formación elegido transcurre entre el 1 de diciembre de 2013 y el 30 de noviembre de 2014 (12 meses) y el periodo de ejecución entre el 1 de diciembre de 2014 y el 31 de mayo de 2015.

Como se puede observar en el cuadro 18, las series de precios se normalizan comenzando en 1 el primer día del periodo de formación. La distancia media en dicho periodo es de 0,0537 y la desviación típica 0,0549.

**Cuadro 18. Grupo Santander y BBVA: precios normalizados en el periodo de formación**



Fuente: Bloomberg y elaboración propia

En el periodo de ejecución se continua la serie de retornos acumuladas comenzada en el periodo de formación. El criterio de entrada se establece en la distancia media más/menos dos desviaciones típicas concretándose en el ejemplo que se trata en que la distancia entre los precios supere 0,164 o sea inferior a  $-0,056$ . El día 17 de diciembre de 2014 el diferencial se sitúa en 0,164 siendo, por tanto, mayor que el límite superior fijado y activando el criterio de entrada. A esa fecha se venderán acciones de Grupo Santander y se comprarán acciones de BBVA por el mismo importe para que la estrategia sea autofinanciada, como se señala en el gráfico incluido a continuación. En este caso el criterio de salida se fijará en que la distancia sea igual o inferior a la distancia media, 0,0537. Esto se produce el 20 de enero de 2015, momento en que procederá a la compra de las acciones de Grupo Santander y venta de las acciones de BBVA. El periodo de tenencia de las acciones será de 34 días naturales. Hasta el fin del periodo de ejecución no se volverá a activar el criterio de entrada por lo que no se realizarán más operaciones.

**Cuadro 19. Grupo Santander y BBVA: distancia del periodo de ejecución**



Fuente: Bloomberg y elaboración propia

**Cuadro 20. Grupo Santander y BBVA: datos relevantes sobre la operativa**

	Grupo Santander	BBVA	Distancia
<b>Periodo de formación</b>			
<b>Precios reales</b>			
Inicial	6,480	8,741	
Final	7,249	8,638	
Medio	7,063	9,058	
Alto	7,898	9,926	
Bajo	6,040	8,165	
<b>Precios normalizados</b>			
Inicial	1,0000	1,0000	-
Final	1,1187	0,9882	0,1305
Medio	1,0899	1,0362	0,0537
Desviación típica			0,0549
<b>Periodo de ejecución</b>			
<b>Criterio de entrada</b>			
Límite superior			0,1635
Límite inferior			-0,0561
<b>Criterio de salida</b>			
Fecha entrada	17-dic-14		
Precio entrada	6,833	7,781	0,1643
Fecha salida	20-ene-15		
Precio salida	6,094	7,819	0,0459
<b>Resultado posición larga</b>		<b>+0,5%</b>	
<b>Resultado posición corta</b>	<b>+10,8%</b>		
<b>Resultado total</b>			<b>+11,3%</b>

Fuente: Bloomberg y elaboración propia

Como se ha expuesto, si tras activarse el criterio de entrada no se produce la reversión a la media de la distancia entre las dos acciones, el último día del periodo de

ejecución se desharán las posiciones que se mantengan en la cartera. Ese día puede que se carezca de precios de mercado de alguna de las dos acciones porque no se hayan producido transacciones. En este supuesto, si la carencia es debida a que una o las dos acciones que constituyen el par han sido excluidas de cotización, se utilizará el precio del día de la exclusión (último precio disponible). Si la carencia es debida simplemente a la inexistencia de transacciones, se utilizará el precio del primer día posterior en el que se produzcan transacciones. Gatev et al. (2006) proponen como otra alternativa asumir que el precio es cero, hipótesis que es la más conservadora posible para que los resultados no resulten sesgados al alza.

El modelo propuesto por Gatev et al. (2006) no incluye ninguna regla para limitar las pérdidas, por lo que se corre el riesgo de tener que asumir pérdidas ilimitadas el último día del periodo de ejecución (si el precio de la acción comprada ha descendido hasta una cifra cercana a cero y el precio de la acción vendida ha subido un  $n$  por ciento).

Para contrastar la hipótesis 2 planteada, se ha incluido una regla de limitación de pérdidas: si la distancia entre los precios normalizados de las dos acciones se amplía (o reduce) hasta dos veces el número de desviaciones típicas que se hayan considerado en el criterio de entrada, se activará el criterio de salida en el par ejecutado que reportará pérdidas a la cartera. En teoría, la limitación de las pérdidas debería resultar en un mayor beneficio de la estrategia. Cuando un par haya sido cerrado aplicando este criterio, ya no podrá ser ejecutado en el resto del periodo.

En total, teniendo en cuenta los criterios de entrada y salida propuestos, se analizarán los resultados de 34 supuestos, resultantes de combinar los criterios de salida, excluyendo o incluyendo el criterio de limitación de pérdidas:

**Cuadro 21. Criterios de entrada y salida: media +/- desviaciones típicas**

Criterio de entrada (nº de desviaciones típicas)	Criterio de salida (nº de desviaciones típicas)		
	Con beneficios	Con pérdidas	Con beneficios o pérdidas
1,00	0,00	2,00	Fin del periodo
1,25	0,00	2,50	Fin del periodo
1,50	0,00	3,00	Fin del periodo
1,75	0,00	3,50	Fin del periodo
2,00	0,00	4,00	Fin del periodo
2,25	0,00	4,50	Fin del periodo
2,50	0,00	5,00	Fin del periodo
2,75	0,00	5,50	Fin del periodo
3,00	0,00	6,00	Fin del periodo
3,25	0,00	6,50	Fin del periodo
3,50	0,00	7,00	Fin del periodo
3,75	0,00	7,50	Fin del periodo
4,00	0,00	8,00	Fin del periodo
4,25	0,00	8,50	Fin del periodo
4,50	0,00	9,00	Fin del periodo
4,75	0,00	9,50	Fin del periodo
5,00	0,00	10,00	Fin del periodo

Fuente: elaboración propia

### c. Cómputo de los resultados.

La estrategia que se propone es una estrategia autofinanciada por lo que existe una cierta complejidad en el cálculo de los retornos de la misma. Tres cuestiones han de ser solventadas: (1) la cantidad monetaria que se considera expuesta por operación teniendo en cuenta que la inversión real inicial en cada una de ellas es cero; (2) la cantidad total que se expone en la estrategia en su conjunto: el capital empleado o el capital comprometido; y (3) las comisiones y costes en los que se incurren al realizar las operaciones.

En la estrategia de pares sin incluir la cláusula de limitación de pérdidas, se generan una serie de flujos de caja durante el periodo de ejecución cuando los pares convergen, es decir cuando se activa el criterio de salida con beneficios. Al final del periodo, momento en que se cierran todos los pares que no hayan convergido, se generan flujos de caja positivos y negativos, dependiendo del cierre con beneficios o pérdidas (Gate

et al., 2006). Cuando se implanta la cláusula de limitación de pérdidas, se generan flujos de caja positivos y negativos aleatoriamente a lo largo del periodo de ejecución.

La primera cuestión que hay que resolver es el importe de la exposición bruta teniendo en cuenta que se trata de una estrategia autofinanciada. Gatev et al. (2006) consideran que el flujo de caja neto obtenido en cada operación de entrada más salida puede ser considerada el exceso de rentabilidad directamente porque los beneficios y pérdidas están calculados sobre posiciones cortas y largas de una unidad monetaria. Esta fórmula de cálculo equivale a considerar una unidad monetaria como exposición bruta. Rad et al. (2015) también consideran una unidad monetaria como el valor total de las posiciones corta y larga. Sin embargo, Karvinen (2012) o Augustine (2014) entienden que la exposición bruta debe considerar la posición larga y la posición corta, asignando a cada una de ellas una unidad monetaria y, por tanto, ascendiendo a dos unidades monetarias. Indirectamente, Caldeira y Moura (2013) también consideran dos unitarias al ponderar el retorno de cada posición por las posiciones totales abiertas en una determinada fecha. En esta tesis consideraremos la exposición bruta igual a dos unidades monetarias por ser la práctica más extendida en los artículos empíricos publicados.

La segunda cuestión que se plantea es la forma de calcular el retorno global de la estrategia: teniendo en cuenta el capital empleado o invertido o el capital comprometido. El capital empleado considera que la inversión equivale a la exposición bruta de los pares que han sido realmente ejecutados. Nótese que se asume que estos pares han estado abiertos durante todo el periodo de ejecución. El capital comprometido incluye en la inversión todos los pares que puedan ser ejecutados en el periodo, independientemente de que realmente se activen o no (Gatev et al. 2006). El retorno sobre el capital empleado para un mes se calcula como la suma de los retornos de los pares que se han

ejecutado durante ese mes utilizando los precios de mercado y dividido por el número de pares que se han ejecutado durante ese mes. El retorno sobre el capital comprometido se computa usando el mismo numerador, pero dividiendo por el número de pares que podrían en teoría haber sido ejecutados. La segunda medida ofrece evidentemente resultados más conservadores y tiene en cuenta el coste de oportunidad del capital que ha sido comprometido para la operativa (Rad et al., 2015). En esta tesis calcularemos el retorno sobre el capital empleado siguiendo los cálculos de Perlin (2009), Bernardi y Gnoatto (2010) y Caldeira y Moura (2013). En el cálculo del capital comprometido se ha seguido a Gatev et al. (2006).

Las comisiones y costes en que se incurren al ejecutar esta estrategia son de tres tipos: (a) los costes directos de la ejecución; (b) los costes implícitos derivados del impacto en el mercado y el diferencial entre el precio de oferta y el precio de demanda; y (c) los costes del préstamo de acciones y las dificultades del mismo. En los artículos sobre la estrategia de pares, el coste total de la operativa varía sustancialmente entre aquellos que explícitamente incorporan estos gastos. Gatev et al. (2006) estiman los costes de la estrategia indirectamente, como la diferencia de rentabilidad de la estrategia que resulta de ejecutar los pares el día que se produce la activación de los criterios de entrada y de salida y la estrategia que resulta de esperar un día hasta ejecutar las operaciones. El coste estimado es de 162 puntos básicos por la ejecución completa de un par (dos compras y dos ventas) o 40,5 puntos básicos por cada operación individual. Perlin (2007, 2009) utiliza una comisión de 10 puntos básicos, un total de 40 puntos básicos por la ejecución completa de un par, cantidad que el autor considera adecuada dadas las características del mercado brasileño. Bernardi y Gnoatto (2010) aplican una cantidad fija por operación, analizando la sensibilidad de los resultados de la estrategia a cantidades distintas de comisión (entre cero y diez euros por operación). Bolgün et al.

(2010) tienen en cuenta 21 puntos básicos por transacción, un 5% de la posición corta como coste del préstamo de acciones y garantías por el préstamo del 110% del valor de la posición corta. Caldeira y Moura (2013) utilizan un coste de 25 puntos básicos por transacción, equivalente a 100 puntos básicos por par completo, incluyendo 10 puntos básicos por ejecución, 5 puntos básicos por el impacto en el mercado de cada acción y 20 puntos básicos por el préstamo de títulos lo que totaliza 50 puntos básicos por ejecución de las posiciones corta y larga. Do y Faff (2012) realizan el estudio más exhaustivo sobre los costes de la implantación de la estrategia de pares, cuantificando los tres elementos que se han mencionado. Según estos autores, la comisión media por ejecución para un inversor institucional en Estados Unidos entre 1963 y 2009 fue de 34 puntos básicos, descendiendo de unos 70 puntos básicos en la década de los años sesenta, a cifras inferiores a los 20 puntos básicos en los noventa y a 9 puntos básicos en 2009. Entre 1991 y 2009 la media fue de 11 puntos básicos, aproximadamente. El impacto del mercado se estima en 26 puntos básicos para todo el periodo del estudio, 30 puntos básicos para el sub-periodo 1963–1988 y 20 puntos básicos entre 1989 y 2009. Por el coste del préstamo de acciones imputan un 1% anual durante la vida de cada par, cifra que consideran conservadora.

En esta tesis se utilizará, siguiendo a Do y Faff (2012), un coste por transacción de 10 puntos básicos por ejecución y 20 puntos básicos por el impacto en el mercado. Estos costes implican 120 puntos básicos por la ejecución completa de un par. Los costes de ejecución son superiores a los que los inversores institucionales están pagando en la realidad en el mercado europeo teniendo en cuenta las comisiones que pagan los particulares. Así, en España para operaciones de más de 100.000€, el coste de ejecución es de 5 puntos básicos en Bankinter, 6 puntos básicos en Ahorro.com y 8 puntos básicos

en Activo Trade<sup>48</sup>. Para la adquisición de acciones de los mercados internacionales la comisión es algo más elevada: 12 puntos básicos en Click Trade, 15 puntos básicos en Ahorro.com o 19 puntos básicos en Bankinter<sup>49</sup>.

Para los cálculos sobre la rentabilidad de la estrategia se seguirá a Perlin (2009), Bernardi y Gnoatto (2010) y Caldeira y Moura (2013), entre otros.

### **3.4.2. Fase 2: La extensión del modelo**

En la fase 2 se planteará la extensión del modelo base que servirá para contrastar la hipótesis 3. Como ya se ha mencionado anteriormente, el objetivo de este modelo es incrementar la rentabilidad mediante la reducción de las operaciones con pérdidas. Estas operaciones han profundizado en la divergencia que activó el criterio de entrada en vez de revertir a la media.

El planteamiento conceptual del modelo parte de la existencia de unas variables que determinan el co-movimiento de los precios de las acciones. La correlación de la variación entre las variables de dos acciones afecta a la correlación de los retornos de ambas acciones y, por tanto, al co-movimiento (Chen et al., 2012). Se puede deducir qué si las variables fundamentales tienen un comportamiento opuesto en un determinado periodo de tiempo, la correlación de las mismas se reducirá, descendiendo la correlación de los retornos de las acciones y, en consecuencia, la posibilidad de reversión a la media del diferencial de los precios normalizados de las acciones disminuirá.

---

<sup>48</sup> Información obtenida de Rankia.com. Recuperada el 14 de octubre de 2015 de <http://www.rankia.com/blog/mejores-brokers/2123190-broker-mas-barato-para-operar-acciones-espana-2015>

<sup>49</sup> Información obtenida de Rankia.com. Recuperada el 14 de octubre de 2015 de <http://www.rankia.com/blog/mejores-brokers/1527608-broker-mas-barato-para-operar-bolsa-internacional-2015>.

Para incorporar este planteamiento en el modelo propuesto, se añadirá una variable de control en el periodo de ejecución igual a la relación entre cada una de las variables fundamentales de las dos acciones que componer el par de tal modo que si esta relación supera la media de la variable de control en el periodo de formación más/menos un determinado número de desviaciones típicas, aunque el criterio de entrada de acuerdo al procedimiento expuesto en la fase 1 se active, no se ejecutará la operación. Se entiende que el cambio producido en el valor de la variable de control es debido por comportamiento opuesto de las variables fundamentales de las dos acciones y, por tanto, la divergencia que se ha producido entre los precios, señalada por la activación del criterio de entrada, tienen una fundamentación en el cambio relativo del riesgo idiosincrático. Así:

$$\text{Variable de control } Y_1: Y_1 = \frac{BPA_A}{BPA_B} \quad \text{Ecuación 21}$$

$$\text{Media de } Y_1 \text{ en el periodo de formación: } \bar{Y}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{1,i} \quad \text{Ecuación 22}$$

Desviación típica de  $Y_1$  en el periodo de formación :

$$s_{Y_1} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_{1,i} - \bar{Y}_1)^2} \quad \text{Ecuación 23}$$

Criterio de control:

$$\text{Límites} = \bar{Y}_1 \pm n^{\circ} \text{ veces} * s_{Y_1} \quad \text{Ecuación 24}$$

Cuando el valor de  $Y_1$  sobrepase los límites, la operación no se ejecutará.

El proceso para realizar la extensión del modelo base se expone a continuación.

### a. Periodo de formación

En primer lugar, se procederá a redimensionar las muestras, teniendo en cuenta los datos disponibles de las cinco variables fundamentales. La fecha de inicio del modelo será el 1 de enero de 2002, coincidiendo con los primeros datos disponibles de precios objetivos que, como ya se ha expuesto, son información incluida en los informes de los analistas de renta variable desde hace relativamente poco tiempo.

El periodo de formación tendrá la misma duración que en el modelo base, 12 meses. El número de periodos será de 144 en el caso de carteras superpuestas y de 24 en el caso de carteras no superpuestas. Se incluirán de media por periodo 50 acciones en el caso del Ibex 35, 65 acciones del Euro Stoxx 50, 79 acciones del Stoxx Europe 50 y 521 acciones del Stoxx Europe 600.

**Cuadro 22. Número de acciones con datos por periodo**

Año	Ibex 35	Euro Stoxx 50	Stoxx 50	Stoxx 600
2002	48	71	81	478
2003	49	69	80	491
2004	50	68	80	499
2005	53	67	79	497
2006	49	67	80	508
2007	51	66	80	496
2008	53	65	78	496
2009	52	63	77	507
2010	50	63	77	519
2011	50	64	76	582
2012	52	64	77	566
2013	48	64	77	553

Fuente: BME, Bloomberg, FactSet y elaboración propia.

### Cuadro 23. Número de acciones analizadas

	Ibex 35	Euro Stoxx 50	Stoxx 50	Stoxx 600
<b>Periodos superpuestos</b>				
Número de periodos	144	144	144	144
Número máximo de acciones	55	71	81	584
Número mínimo de acciones	46	63	76	474
Número medio de acciones	50	66	79	521
<b>Periodos consecutivos</b>				
Número de periodos	24	24	24	24
Número máximo de acciones	63	71	82	675
Número mínimo de acciones	42	25	46	222
Número medio de acciones	52	61	75	515

Fuente: Stoxx, FactSet, Bloomberg y elaboración propia.

Seguidamente se realizarán los pasos incluidos en el periodo de formación del modelo base: normalización de los precios, formación de los pares, cálculo de la distancia media de los precios normalizados de cada par, desviación típica de la distancia media y suma de las distancias medias al cuadrado. Adicionalmente se calcularán la media y la desviación típica de las cinco variables de control ( $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$ ,  $Y_4$  e  $Y_5$ ):

$$Y_1 = \frac{BPA_A}{BPA_B} \quad \text{Ecuación 25}$$

$$Y_2 = \frac{VCPA_A}{VCPA_B} \quad \text{Ecuación 26}$$

$$Y_3 = \frac{PO_A}{PO_B} \quad \text{Ecuación 27}$$

$$Y_4 = \frac{\text{Recomendación}_A}{\text{Recomendación}_B} \quad \text{Ecuación 28}$$

$$Y_5 = \frac{\text{N}^\circ \text{ de estimaciones}_A}{\text{N}^\circ \text{ de estimaciones}_B} \quad \text{Ecuación 29}$$

Finalmente, se elegirán los pares que se determinen siguiendo el criterio de menor suma de las distancias al cuadrado. En este estudio se analizarán carteras con 5, 10,

20 y 50 pares. Se adjuntan en un lápiz de memoria USB los pares seleccionados por periodo para cada uno de los índices y carteras seleccionadas.

## **b. Periodo de ejecución**

El periodo de ejecución tendrá, asimismo, la misma duración que en el modelo base: 6 meses. En primer lugar, se calcularán para todos los pares elegidos: (a) la distancia entre el precio normalizado de las acciones A y B; (b) el valor de las cinco variables de control que se han definido con anterioridad.

Estas cifras se contrastarán con dos criterios: (a) la distancia con los criterios definidos en el modelo base y (b) cada una de las variables de control con el criterio de su media más/menos un número determinado de desviaciones típicas. La ejecución de una operación queda sometida a una doble condición: (a) que se activen los criterios de entrada y (b) que las variables de control no superen los límites que se han establecido para ellas. Para el criterio de entrada se utilizarán 9 hipótesis de desviación típica (de 1 a 5 en incrementos de 0,5); para las variables de control se utilizarán cinco supuestos para las desviaciones típicas (1, 1,25, 1,5, 1,75 y 2)

Criterio de entrada: límite superior

$$Distancia_{A,B,i} > \mu_{Distancia,T} + n^o \text{ veces} * \sigma_{Distancia,T} \quad \text{Ecuación 30}$$

$$\text{Condicionado: } Y_{1,i} < \bar{Y}_1 + n^o \text{ veces} * s_{Y_1} \quad \text{Ecuación 31}$$

La operación se realizará cuando la distancia entre los precios normalizados de las acciones A y B supere la media más  $n$  veces la desviación típica de la distancia, pero

solamente si la relación entre los BPA de las dos acciones (la variable  $Y_1$ ) no excede la media de la relación en el periodo de formación más  $n$  veces su desviación típica. Si no se supera este límite significa que no ha habido nueva información específica que afecte a una de las dos empresas que se refleje en la variable de control y que altere la relación de precios de las dos acciones de forma persistente. En este caso, el diferencial debería converger a la media y, por tanto, se ejecuta la operación: comprar la acción B y vender la acción A. Si se superase el límite de la variable de control, esta variable reflejaría un incremento relativo del BPA de la acción de A respecto a la acción B que podría justificar la ampliación del diferencial de precios a favor de la acción A y, como la divergencia podría ser debida a un cambio en las expectativas de una de las dos acciones, no se ejecutaría la operación porque existe un riesgo de que no converjan y que la operación genere pérdidas.

Criterio de entrada: límite inferior

$$Distancia_{A,B,i} < \mu_{Distancia,T} - n^o \text{ veces} * \sigma_{Distancia,T} \quad \text{Ecuación 32}$$

$$\text{Condicionado: } Y_{1,i} > \bar{Y}_1 - n^o \text{ veces} * s_{Y_1} \quad \text{Ecuación 33}$$

La lectura del criterio de entrada cuando se activa el límite inferior es la misma que la expuesta con el límite superior, pero cambiando la acción que está relativamente infravalorada o sobrevalorada. En este caso, se compraría la acción A y vendería la acción B.

Las variables  $Y_2$ ,  $Y_3$  e  $Y_5$  se introducirán como variables de control de la misma forma y con los mismos signos que la variable  $Y_1$ . La condición que incluye la variable  $Y_4$  (recomendación) presentará el signo inverso porque las cifras inferiores representan una

mejor recomendación y reducción del número de valoración significa mejora de la misma.

Para contrastar la hipótesis 3 formulada en este capítulo, se probarán de forma individual cada una de las variables de control.

El resto de procesos de la fase de ejecución se mantienen sin cambios respecto al modelo base.

### **c. Cómputo de los resultados**

El cómputo de los resultados de la extensión del modelo seguirá las especificaciones expuestas en la descripción del modelo base. Se recalcularán los resultados del modelo base por el redimensionamiento de las muestras y que la comparación con la extensión del modelo sea homogénea.

## Capítulo 4. Contrastación empírica del modelo

La contrastación empírica de las tres hipótesis enunciadas en el capítulo anterior se ha realizado en dos fases, cuyos resultados se expondrán en este capítulo.

En primer lugar, se ha probado el método de la distancia para periodos de ejecución superpuestos, incluyendo el análisis de sensibilidad de los resultados a 17 diferentes asunciones para el criterio de entrada y la utilización de un criterio para limitar pérdidas. En esta fase se dará respuesta a la hipótesis número 1 sobre la rentabilidad de la estrategia de *pairs trading* y a la hipótesis número 2 sobre el incremento de la rentabilidad de la misma al incorporar el criterio de limitación de pérdidas al modelo básico de Gatev et al. (2006) que es, en esencia, el utilizado en esta tesis.

En la fase 2 se desarrolla el modelo propuesto que tiene el objetivo incrementar la rentabilidad de la estrategia mediante la reducción del número de operaciones con pérdidas. Asumiendo que un porcentaje de las operaciones con pérdidas (y, por tanto, la falta de reversión a la media del diferencial entre las dos acciones) es causado por nueva información que afecta al riesgo idiosincrásico de una de las empresas y que, en consecuencia, la divergencia se convierte en permanente, se han incorporado al modelo cinco variables, relacionadas con la evolución individual de las empresas, para confirmar o anular la ejecución de una operación que cumple los criterios del modelo base para ser realizada. En esta fase se responderá a la hipótesis número 3, sobre el incremento de la rentabilidad de la estrategia mediante la introducción de las cinco variables. Todo ello se probará en carteras no restringidas, que incluyen todas las acciones de cada uno de los cuatro índices bursátiles (Ibex 35, Euro Stoxx 50, Stoxx Europe 50 y Stoxx Europe

600) y en carteras restringidas, formadas por un mínimo de 10 acciones (20 en el caso del Stoxx Europe 600) que cumplan con unos criterios de segmentación establecidos.

## **4.1. Fase 1. La aplicación del método de la distancia.**

### **4.1.1. Contrastación de la hipótesis número 1.**

**Hipótesis 1:** La estrategia de *pairs trading* utilizando el método de la distancia propuesto en Gatev et al. (1999, 2006) produce rentabilidades no justificadas por el riesgo asumido.

Los trabajos previos sobre la estrategia de pares que han utilizado el modelo de la distancia han concluido que esta estrategia ofrece una rentabilidad positiva no justificada (Gatev et al., 1999, 2006; Perlin, 2009; Muslumov et al., 2009; Bowen y Hutchinson, 2014). Sin embargo, la rentabilidad de este modelo ha ido disminuyendo en el tiempo por un incremento del porcentaje de operaciones que no convergen y no por el aumento de popularidad de la estrategia que era el argumento imperante (Do y Faff, 2010). Si se ejecutan las operaciones un día después del día en que el diferencial cruza los límites de entrada o de salida, la rentabilidad de la estrategia también disminuye, considerándose esta reducción una aproximación al coste del impacto en el mercado (Gatev et al., 2006). En general, la estrategia es más rentable en periodos de mercados bursátiles bajistas (Do y Faff, 2010; Bowen y Hutchinson, 2014), aunque la alta volatilidad vinculada a los periodos negativos parece no ser determinante de la rentabilidad (Huck, 2015). Gran parte de la rentabilidad obtenida se pierde cuando se incorporan los costes de implantación de la estrategia (Do y Faff, 2012; Huck, 2015).

Las carteras restringidas pueden ofrecer mejores rentabilidades que las carteras no restringidas (Do y Faff, 2010).

#### **a. Ibex 35**

Los resultados obtenidos al implantar la estrategia de *pairs trading* utilizando el método de la distancia coinciden con los resultados de los trabajos previos aplicados a otros mercados.

En primer lugar, el modelo base ofrece una rentabilidad mensual positiva a lo largo del periodo (2 de enero de 1991–31 de mayo de 2015) del 0,202% (2,45% anual acumulada) para una cartera de cinco pares y del 0,217% (2,67% anual) para una cartera de veinte pares utilizando en el criterio de entrada la hipótesis habitual de 2 desviaciones típicas. El número de operaciones con pérdidas representa el 38% y del 40% para las carteras de cinco y veinte pares, cifra superior a la reportada en Gatev et al. (2006) (26% y 15%, respectivamente), pero inferior a la observada en Muslumov et al. (2009) y a la que Do y Faff (2010) reportan para el periodo 2003-2008, que asciende a un 48% para el mercado norteamericano (véase cuadro 24). El resultado medio de las operaciones que reportan beneficios es del 8,72% y el de las que incurren en pérdidas del –12,4% en la cartera de cinco pares. El número de operaciones fallidas, así como el resultado medio de las operaciones con beneficios y con pérdidas aumenta a medida que se incorporan pares en la cartera: no hay que olvidar que los nuevos pares han presentado una mayor distancia en el periodo de formación. La cartera de diez pares presenta el mejor binomio riesgo–rentabilidad, con una ratio de Sharpe de 0,14.

## Cuadro 24. Ibex 35. Modelo base: resumen de los resultados

	Periodo 1991-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,20%	0,25%	0,22%	0,21%
Posición larga	0,48%	0,49%	0,49%	0,50%
Posición corta	-0,40%	-0,38%	-0,40%	-0,42%
Mediana	0,04%	0,16%	0,12%	0,10%
Desviación típica	2,11%	1,84%	1,91%	1,77%
Coefficiente de asimetría	0,54	0,58	1,48	0,83
Curtosis	4,85	4,41	11,02	5,93
Mínimo	-5,82%	-4,72%	-4,69%	-4,35%
Máximo	9,37%	7,94%	13,36%	9,41%
t de Student	1,77	2,42	2,04	2,09
Número total de operaciones	2.103	4.103	7.736	18.051
Resultado medio por operación	0,65%	0,88%	0,59%	0,66%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	8,72%	9,31%	9,88%	10,98%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-12,40%	-12,57%	-13,22%	-13,83%
Duración media (número de sesiones)	56	56	59	62
Operaciones con rentabilidad<0	38,2%	38,6%	40,2%	41,6%
Rentabilidad mensual anualizada	2,5%	3,1%	2,6%	2,5%
Ratio de Sharpe	0,10	0,14	0,11	0,12

Fuente: elaboración propia.

En segundo lugar, dividiendo el periodo completo en dos sub-periodos, se observa que entre 1991 y 1998 se consigue una rentabilidad mensual compuesta del 0,68% (8,5% anual) para la cartera de cinco pares y del 0,478% para la de veinte pares (5,9%). En el periodo 1999-2015, la rentabilidad mensual se reduce hasta 0,04% (0,5% anual) y 0,15% (1,9% anual), respectivamente. Coincidiendo con trabajos previos, el incremento de las operaciones con pérdidas (hasta el 41,0% desde el 32,5% para la cartera de cinco pares) es la causa más importante del descenso de la rentabilidad. De hecho, el resultado medio de las operaciones con beneficios se incrementa hasta el 8,91% en el segundo periodo frente al 8,39% en el primero. El resultado medio de las operaciones con pérdidas se sitúa en el -12,19% en el primer periodo y en el -12,48% en el segundo. Los resultados del primer periodo son estadísticamente significativos, no así los del segundo. En el Anexo 10 se incluyen los resultados para ambos periodos.

En tercer lugar, la rentabilidad mensual de la estrategia es de entre 7 y 9 puntos básicos inferior a la modelo base cuando la estrategia se ejecuta con un día de retraso.

El resultado por operación es 21 puntos básicos inferior de media. Esta cifra es menor que los 162 puntos básicos estimados en Gatev et al. (2006) y que los autores consideran el coste por el impacto en el mercado de ejecutar la estrategia. En esta tesis, el coste del impacto en el mercado se ha estimado en 20 puntos básicos por transacción, lo que equivale a 80 puntos básicos por operación completa. Los resultados de esta simulación, para un nivel de confianza del 95%, no son significativos.

**Cuadro 25. Ibox 35. Modelo base con retardo en la ejecución de un día: resumen**

	Periodo 1991–2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,11%	0,18%	0,14%	0,13%
Posición larga	0,48%	0,49%	0,49%	0,49%
Posición corta	0,45%	0,43%	0,44%	0,45%
Mediana	-0,02%	0,03%	0,09%	0,03%
Desviación típica	2,32%	2,00%	2,02%	1,88%
Coefficiente de asimetría	0,55	0,51	0,63	0,43
Curtosis	4,59	4,08	5,06	3,94
Mínimo	-5,96%	-4,91%	-5,18%	-5,16%
Máximo	10,75%	8,16%	9,78%	6,81%
t de Student	1,01	1,63	1,33	1,33
Número total de operaciones	2.103	4.103	7.736	18.051
Resultado medio por operación	0,43%	0,66%	0,39%	0,43%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	8,43%	8,98%	9,57%	10,55%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-12,25%	-12,37%	-13,02%	-13,76%
Duración media (número de sesiones)	55	56	59	61
Operaciones con rentabilidad<0	38,8%	39,1%	40,8%	41,8%
Rentabilidad mensual anualizada	1,4%	2,1%	1,7%	1,6%
Ratio de Sharpe	0,05	0,09	0,07	0,07
<b>Diferencia con modelo base</b>				
Media	-0,09%	-0,07%	-0,08%	-0,07%
Resultado medio por operación	-0,21%	-0,22%	-0,19%	-0,23%

Fuente: elaboración propia.

En cuarto lugar, la incorporación de los costes de ejecución al modelo elimina la rentabilidad de la estrategia, que produce pérdidas en los cuatro supuestos presentados. Los costes que se han considerado son de 30 puntos básicos por transacción (120 puntos básicos por la operación completa, de los cuales 10 puntos básicos corresponden a la comisión por ejecución y 20 puntos básicos al impacto en el mercado. La diferencia entre el resultado medio por operación en el modelo base y en esta simulación es de media

de 121 puntos básicos. Este es el umbral de resultado por operación a partir del cual la estrategia ofrecería rentabilidad positiva. Los resultados obtenidos no tienen relevancia estadística. Los costes considerados podrían ser demasiado elevados y sesgar los resultados a la baja.

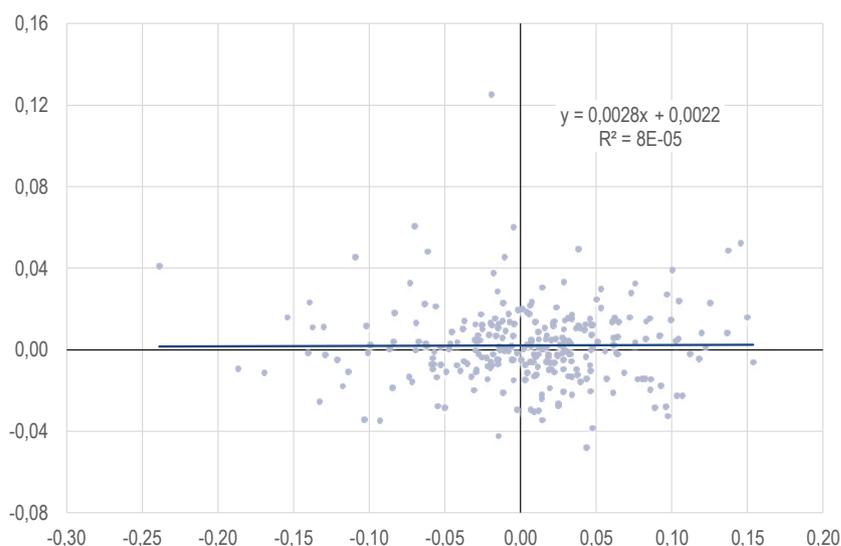
**Cuadro 26. Ibex 35. Modelo base con costes de ejecución: resumen de los resultados**

	Periodo 1991–2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	-0,27%	-0,11%	-0,18%	-0,18%
Posición larga	0,41%	0,42%	0,42%	0,44%
Posición corta	0,47%	0,45%	0,47%	0,48%
Mediana	-0,32%	-0,18%	-0,23%	-0,26%
Desviación típica	3,44%	2,85%	2,95%	2,79%
Coefficiente de asimetría	0,14	0,35	0,59	0,56
Curtosis	3,65	3,94	5,32	5,29
Mínimo	-9,73%	-7,48%	-8,85%	-9,30%
Máximo	11,61%	10,44%	12,42%	13,16%
t de Student	-1,02	-0,43	-0,78	-0,82
Número total de operaciones	2.103	4.103	7.736	18.051
Resultado medio por operación	-0,57%	-0,34%	-0,63%	-0,56%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	7,89%	8,50%	9,15%	10,27%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-12,75%	-12,94%	-13,49%	-14,17%
Duración media (número de sesiones)	56	56	59	62
Operaciones con rentabilidad<0	41,0%	41,2%	43,2%	44,3%
Rentabilidad mensual anualizada	-3,2%	-1,4%	-2,2%	-2,1%
Ratio de Sharpe	-0,08	-0,04	-0,06	-0,06
<b>Diferencia con modelo base</b>				
Media	-0,47%	-0,36%	-0,40%	-0,38%
Resultado medio por operación	-1,21%	-1,21%	-1,22%	-1,22%

Fuente: elaboración propia.

En quinto lugar, la rentabilidad obtenida por la estrategia no está relacionada con el factor de riesgo mercado. El resultado de la regresión lineal entre los retornos mensuales de la estrategia y los retornos mensuales del mercado muestra que el coeficiente de correlación es 0,009, el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es 0,00008397 y los coeficientes del término independiente y de la variable explicativa no son estadísticamente significativos. En el gráfico siguiente se incluye la ecuación de la regresión lineal realizada. También en este punto los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos en trabajos previos.

**Cuadro 27. Ibex 35. Modelo base: correlación de los retornos mensuales de la estrategia de pares con los del Ibex 35 (20 pares)**



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se han computado los resultados de la estrategia para cinco periodos bajistas del mercado de renta variable español. Nuevamente, los resultados coinciden con los de trabajos previos. La cartera elaborada con la estrategia de pares tiene un comportamiento mucho mejor que el del índice Ibex 35 en esos periodos específicos. De hecho, el peor resultado para esta cartera es un  $-4\%$  en la cartera de 20 pares en el cuarto periodo, frente a una caída del  $51\%$  para el índice bursátil. Los resultados se incluyen en el cuadro siguiente.

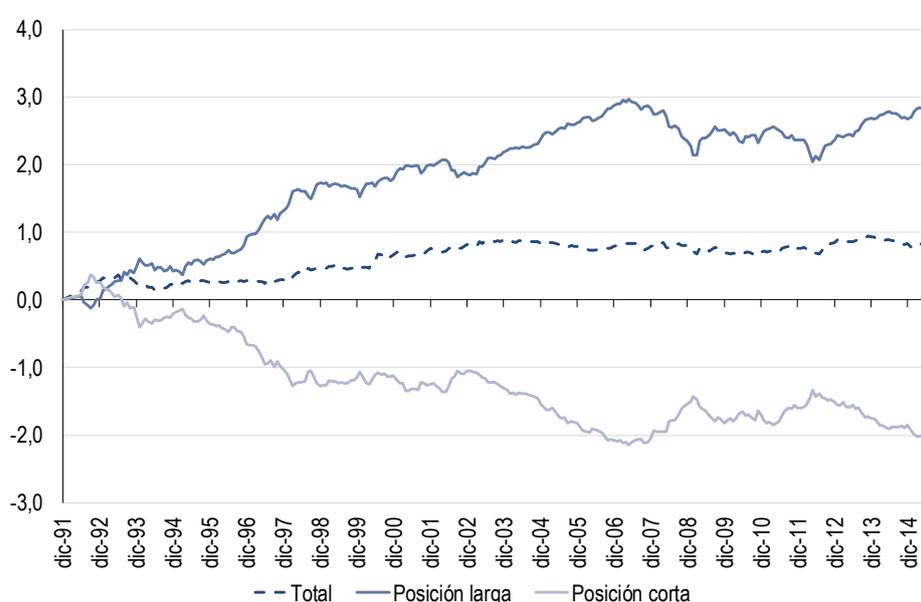
**Cuadro 28. Ibex 35. Modelo base: rentabilidad en periodos bajistas frente al Ibex 35**

Inicio		Final	Ibex 35	5 pares	Estrategia de pares		
					10 pares	20 pares	
31-ene-94	31-mar-95		-26	6	6	2	
31-jul-98	30-sep-98		-27	2	1	3	
29-feb-00	31-mar-03		-53	11	13	21	
31-oct-07	31-mar-09		-51	1	-1	-4	
30-abr-11	31-may-12		-44	3	2	-1	

Fuente: elaboración propia.

Un punto de discordancia en comparación con trabajos previos es la contribución relativa de las posiciones largas y cortas a la rentabilidad total de la estrategia. La rentabilidad de la posición larga en el modelo básico de 20 pares es de un 0,487% mensual acumulado y la de la posición corta de un -0,400%. En otros estudios la posición corta aporta incluso más rentabilidad que la larga porque, en teoría, hay menos inversores que puedan beneficiarse de la sobrevaloración teórica de una acción, tal y como se mencionó en el capítulo 2 de esta tesis.

**Cuadro 29. Ibex 35. Contribución a la rentabilidad total de la posición larga y la posición corta (modelo base con 20 pares)**



Fuente: Bloomberg y elaboración propia

Sobre la muestra total de 105 acciones y precios entre 1991 y 2015, además de las cuatro carteras base con las hipótesis centrales de Gatev et al. (2006) cuyos resultados principales se han expuesto previamente, se han analizado: (a) carteras con 100 y 150 pares (cuando el número de acciones lo permita); (b) siete carteras restringidas con más de diez acciones (expuestas en el Anexo 3); y (c) la sensibilidad de los resultados a

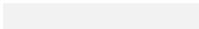
modificaciones del número de desviaciones típicas consideradas en el criterio de entrada. En el Anexo 17 se incluyen los principales resultados para cada simulación.

A continuación, se presentan la rentabilidad mensual estructurada por número de pares y el criterio de entrada (desviaciones típicas) para la cartera no restringida. La cartera de diez pares es de la más rentable en 12 de los 17 supuestos y la cartera de cinco pares en los restantes cinco. El análisis según el criterio de entrada no es tan concluyente, pero es a partir de 3,25% desviaciones típicas donde se observan las rentabilidades calculadas sobre el capital empleado más elevadas. La rentabilidad mensual máxima la ofrece la cartera de cinco pares con una desviación típica de 4,75 veces: un 0,37% (4,5% anual) (véase cuadro 30).

**Cuadro 30. Ibex 35. Modelo base: rentabilidad mensual según número de pares y número de desviaciones típicas en el criterio de entrada para la cartera no restringida**

Criterio de entrada	Número de pares					
	5	10	20	50	100**	150**
1,00	0,21%	0,28%	0,23%	0,22%	0,16%	0,12%
1,25	0,19%**	0,26%	0,22%	0,21%	0,15%	0,11%
1,50	0,17%**	0,25%	0,22%	0,20%	0,14%	0,10%
1,75	0,19%**	0,25%	0,21%	0,20%	0,14%	0,10%
2,00	0,20%**	0,25%	0,22%	0,21%	0,14%	0,10%
2,25	0,20%**	0,26%	0,21%	0,21%	0,15%	0,10%
2,50	0,24%	0,27%	0,23%	0,22%	0,16%	0,11%
2,75	0,25%	0,27%	0,24%	0,23%	0,17%	0,13%
3,00	0,24%**	0,24%	0,22%**	0,22%	0,18%	0,13%
3,25	0,24%**	0,26%	0,24%	0,23%	0,20%	0,15%
3,50	0,29%	0,30%	0,27%	0,21%**	0,19%	0,14%
3,75	0,34%	0,33%	0,29%	0,23%**	0,19%	0,15%
4,00	0,35%	0,34%	0,29%	0,22%**	0,20%	0,17%
4,25	0,36%	0,34%	0,28%**	0,21%**	0,18%	0,16%
4,50	0,36%	0,33%**	0,28%**	0,20%**	0,19%	0,17%
4,75	<b>0,37%</b>	0,35%	0,27%**	0,21%**	0,19%	0,17%
5,00**	0,31%**	0,33%**	0,29%** <sup>50</sup>	0,21%**	0,20%**	0,17%**

 Rentabilidad más elevado por criterio

 Rentabilidad más elevado por número de pares

Fuente: elaboración propia

<sup>50</sup> \*\* Rentabilidad media estadísticamente no significativa con una probabilidad del 95%. El resto de datos son significativos estadísticamente con una probabilidad del 95%.

Calculando la rentabilidad sobre el capital comprometido, que incluye todos los potenciales pares que pueden estar abiertos en un momento determinado, los cálculos favorecen el menor número de pares y el mayor número de operaciones por que las rentabilidades teóricas más elevadas se centran en la cartera de 5 pares utilizando en el criterio de entrada 1 desviación típica. El mayor resultado bruto por periodo para un número igual de pares (que equivale al cálculo de la rentabilidad sobre capital comprometido) se obtiene utilizando una desviación típica de 1, descendiendo entre un 50% y un 60% hasta el mínimo, que se localiza en una desviación típica de 5 (véase cuadro 31). Teniendo en cuenta los costes de ejecución, la cartera de cinco pares generaría una rentabilidad positiva sobre el capital comprometido a partir de una desviación típica de 3,5, la de diez pares los generaría a partir de 3,75 y la de veinte pares en ninguna de las hipótesis analizadas (véase cuadro 32).

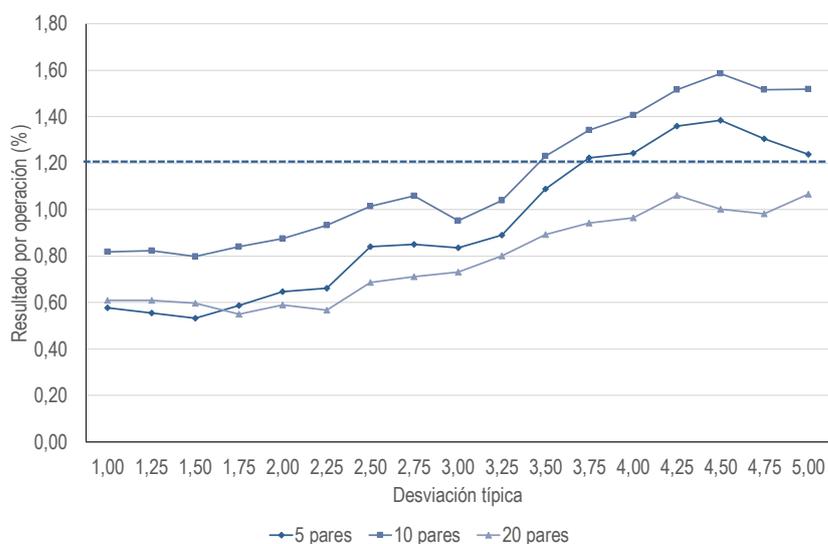
Una forma rápida de saber si la estrategia ofrece resultados positivos es analizar el resultado por operación y comprobar si supera los costes de ejecución. En el cuadro 35 se incluyen los resultados por operación atendiendo a (a) número de pares; (b) número de desviaciones típicas; y (c) cartera restringida y no restringida. Los resultados aquí calculados difieren de los obtenidos por Lucey y Walshe (2013), cuya estrategia generaba beneficios a partir de 1,9 desviaciones típicas para la cartera diaria. La elección del criterio de entrada depende del balance entre resultado medio por operación y número de operaciones que se ejecutan (véase cuadro 36), que disminuyen a medida que se aumenta el número de desviaciones típicas (Lucey y Walshe, 2013).

**Cuadro 31. Ibex 35. Modelo base: rentabilidad mensual sobre capital comprometido para la cartera no restringida<sup>51</sup>**

Criterio de entrada	Número de pares					
	5	10	20	50	100**	150**
1,00	0,13%	0,11%	0,09%	0,03%	0,02%	0,01%
1,25	0,11%**	0,10%	0,08%	0,03%	0,01%	0,01%
1,50	0,09%**	0,09%	0,07%	0,03%	0,01%	0,01%
1,75	0,09%**	0,08%	0,06%	0,02%	0,01%	0,01%
2,00	0,08%**	0,08%	0,06%	0,02%	0,01%	0,01%
2,25	0,07%**	0,07%	0,06%	0,02%	0,01%	0,01%
2,50	0,07%	0,07%	0,06%	0,02%	0,01%	0,01%
2,75	0,07%	0,07%	0,06%	0,02%	0,01%	0,01%
3,00	0,07%**	0,06%	0,05%**	0,03%	0,01%	0,01%
3,25	0,07%**	0,06%	0,05%	0,02%	0,01%	0,01%
3,50	0,06%	0,05%	0,04%	0,02%**	0,01%	0,01%
3,75	0,06%	0,05%	0,04%	0,02%**	0,01%	0,01%
4,00	0,04%	0,04%	0,03%	0,02%**	0,01%	0,01%
4,25	0,04%	0,04%	0,03%**	0,02%**	0,01%	0,01%
4,50	0,04%	0,03%**	0,03%**	0,02%**	0,01%	0,01%
4,75	0,04%	0,03%	0,03%**	0,01%**	0,01%	0,01%
5,00**	0,03%**	0,03%**	0,02%**	0,01%**	0,01%	0,01%

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 32. Ibex 35. Modelo base: resultado por operación**



Fuente: elaboración propia.

<sup>51</sup> \*\* Rentabilidad media estadísticamente no significativa con una probabilidad del 95%. El resto de datos son significativos estadísticamente con una probabilidad del 95%.

**Cuadro 33. Ibex 35. Modelo base con costes: rentabilidad mensual sobre capital comprometido de la cartera no restringida<sup>52</sup>**

Criterio de entrada	Número de pares					
	5	10	20	50	100	150
1,00	-0,80%*	-0,48%*	-0,69%*	-0,64%*	-0,81%*	-0,89%*
1,25	-0,71%*	-0,41%*	-0,60%*	-0,54%*	-0,70%*	-0,78%*
1,50	-0,65%*	-0,38%	-0,54%*	-0,50%*	-0,64%*	-0,70%*
1,75	-0,53%*	-0,31%	-0,52%*	-0,43%*	-0,56%*	-0,63%*
2,00	-0,43%	-0,25%	-0,44%*	-0,36%*	-0,51%*	-0,57%*
2,25	-0,38%	-0,19%	-0,41%*	-0,31%*	-0,44%*	-0,50%*
2,50	-0,24%	-0,12%	-0,30%*	-0,27%*	-0,38%*	-0,45%*
2,75	-0,21%	-0,09%	-0,26%	-0,24%*	-0,33%*	-0,38%*
3,00	-0,20%	-0,13%	-0,23%	-0,20%	-0,28%*	-0,34%*
3,25	-0,16%	-0,08%	-0,18%	-0,19%	-0,25%*	-0,29%*
3,50	-0,06%	0,01%	-0,13%	-0,20%*	-0,23%*	-0,27%*
3,75	0,00%	0,05%	-0,10%	-0,17%	-0,20%*	-0,22%*
4,00	0,01%	0,07%	-0,09%	-0,16%	-0,17%	-0,18%*
4,25	0,05%	0,10%	-0,05%	-0,11%	-0,13%	-0,14%*
4,50	0,06%	0,11%	-0,06%	-0,12%	-0,12%	-0,13%*
4,75	0,03%	0,08%	-0,06%	-0,10%	-0,10%	-0,11%
5,00	0,01%	0,08%	-0,04%	-0,07%	-0,08%	-0,09%

Fuente: elaboración propia.

Las carteras restringidas superan la rentabilidad de la cartera no restringida, coincidiendo con Do y Faff (2010). De las siete carteras restringidas que se han estudiado, las carteras número 4 (Servicios al consumidor), número 5 (Servicios públicos) y número 6 (Servicios financieros) ofrecen rentabilidades mensuales superiores a las de la cartera no restringida (véase cuadro 34).

En conclusión, la estrategia de *pairs trading* utilizando el método de la distancia a las empresas que forman parte del Ibex 35 genera rentabilidades positivas no justificadas por el riesgo de mercado. La inclusión de los costes de ejecución (se han considerado 120 puntos básicos por operación completa) elimina la rentabilidad en la cartera no restringida, pero, sin embargo, las carteras restringidas si absorben los costes asumidos. El comportamiento de la cartera es muy positivo en las fases bajistas del mercado de renta variable.

<sup>52</sup> \* Rentabilidad media estadísticamente significativa con una probabilidad del 95%. El resto de datos son significativos estadísticamente con una probabilidad del 95%.

**Cuadro 34. Ibex 35. Rentabilidad mensual según cartera y número de desviaciones típicas en el criterio de entrada (10 pares)<sup>53</sup>**

Criterio de entrada	Número de cartera							
	1	2**	3**	4	5	6	7**	8**
1,00	0,28%	-	0,27%	0,14%	0,33%	0,28%	0,32%	0,11%
1,25	0,26%	-	0,25%	0,15%	0,34%	0,30%	0,28%	0,13%
1,50	0,25%	-	0,24%	0,18%	0,34%	0,32%	0,25%	0,16%
1,75	0,25%	-	0,24%	0,20%	0,35%	0,33%	0,27%	0,15%
2,00	0,25%	-	0,24%	0,22%	0,35%	0,33%	0,24%	0,16%
2,25	0,26%	-	0,23%	0,18%	0,33%	0,34%	0,20%	0,14%
2,50	0,27%	-	0,24%	0,34%	0,36%	0,34%	0,20%	0,17%
2,75	0,27%	-	0,23%	0,39%	0,36%	0,36%	0,17%	0,21%
3,00	0,24%	-	0,23%	0,40%	0,30%	0,36%	0,29%	0,14%
3,25	0,26%	-	0,27%	0,41%	0,31%	0,37%	0,24%	0,23%
3,50	0,30%	-	0,29%	0,37%	0,36%	0,36%	0,23%	0,32%
3,75	0,33%	-	0,28%	0,38%	0,35%	0,37%	0,25%	0,37%
4,00	0,34%	-	0,29%	0,34%	0,35%	0,35%**	0,25%	0,35%
4,25	0,34%	-	0,30%	0,29%	0,34%**	0,40%	0,22%	0,36%
4,50	0,33%**	-	0,29%	0,24%	0,35%**	0,34%**	0,24%	0,34%
4,75	0,35%**	-	0,30%	0,26%	0,38%	0,42%	0,34%	0,32%
5,00	0,33%**	-	0,38%	0,23%	0,42%	0,36%**	0,35%	0,28%

Rentabilidad más elevado por criterio de entrada

Fuente: elaboración propia.

<sup>53</sup> \*\* Rentabilidad media estadísticamente no significativa con una probabilidad del 95%. El resto de datos son significativos estadísticamente con una probabilidad del 95%.

**Cuadro 35. Ibex 35. Resultado medio por operación**

Nº Pares		Carteras - Resultado medio por operación							
(%)	Criterio de entrada	1	2	3	4	5	6	7	8
5	1,00	0,58	-0,21	1,10	-0,01	1,36	1,10	0,90	1,05
	1,25	0,56	-0,43	1,05	-0,02	1,52	1,25	0,70	1,28
	1,50	0,53	-0,70	1,06	-0,08	1,44	1,30	0,61	1,48
	1,75	0,59	-0,89	1,14	-0,08	1,58	1,34	0,82	1,51
	2,00	0,65	-1,00	1,23	-0,21	1,63	1,40	0,89	1,69
	2,25	0,66	-1,24	1,27	0,14	1,54	1,42	0,81	1,79
	2,50	0,84	-1,25	1,26	0,56	1,54	1,52	0,79	1,99
	2,75	0,85	-0,82	1,19	0,72	1,47	1,56	0,75	2,19
	3,00	0,83	-0,67	1,35	1,02	1,29	1,61	1,18	2,30
	3,25	0,89	-0,95	1,50	0,74	1,18	1,79	1,37	2,50
	3,50	1,09	-0,67	1,63	0,16	1,18	1,62	1,57	2,73
	3,75	1,22	-0,62	1,53	-0,94	1,04	1,87	1,90	2,93
	4,00	1,24	-0,73	1,36	-1,44	0,94	1,71	1,79	2,97
	4,25	1,36	-0,58	1,70	-1,45	0,63	1,82	2,26	2,95
	4,50	1,38	-0,71	1,78	-1,57	0,67	1,87	2,17	2,77
4,75	1,30	-0,49	1,77	-1,69	0,76	1,94	2,62	2,83	
5,00	1,24	-1,37	1,78	-1,74	0,95	2,00	2,43	2,49	
10	1,00	0,82	-0,22	0,90	0,00	1,49	1,04	1,20	0,35
	1,25	0,82	-0,33	0,82	0,06	1,64	1,22	0,99	0,49
	1,50	0,80	-0,61	0,77	0,02	1,69	1,36	0,85	0,70
	1,75	0,84	-0,59	0,80	0,04	1,83	1,43	0,96	0,68
	2,00	0,88	-0,73	0,86	0,24	1,89	1,52	0,86	0,87
	2,25	0,93	-0,54	0,78	0,35	1,84	1,56	0,62	0,97
	2,50	1,01	-0,08	0,85	0,68	1,99	1,53	0,73	1,16
	2,75	1,06	0,29	0,68	0,75	1,93	1,70	0,79	1,40
	3,00	0,95	0,33	0,74	0,68	1,75	1,77	1,22	1,44
	3,25	1,04	0,19	0,86	0,48	1,68	1,92	1,11	1,66
	3,50	1,23	0,21	0,92	-0,14	1,57	1,92	1,22	1,79
	3,75	1,34	0,33	0,87	-0,99	1,52	2,07	1,60	2,15
	4,00	1,41	0,16	0,71	-1,24	1,18	2,08	1,60	2,21
	4,25	1,52	-0,01	0,99	-1,59	1,03	1,96	2,10	2,17
	4,50	1,59	0,10	1,05	-1,80	1,13	1,96	2,18	2,11
4,75	1,52	-0,57	0,99	-2,35	1,30	2,11	2,61	2,09	
5,00	1,52	-1,37	1,12	-2,51	1,50	2,16	2,45	1,69	
20	1,00	0,61	-0,20	0,88	-0,35	1,44	0,67	1,43	0,27
	1,25	0,61	-0,32	0,83	-0,24	1,59	0,84	1,23	0,32
	1,50	0,60	-0,45	0,82	-0,32	1,73	0,99	1,17	0,36
	1,75	0,55	-0,41	0,82	-0,10	1,87	1,07	1,28	0,34
	2,00	0,59	-0,32	0,78	-0,03	1,99	1,22	1,28	0,51
	2,25	0,57	-0,05	0,66	-0,09	2,01	1,33	1,18	0,55
	2,50	0,69	0,32	0,59	0,11	2,12	1,33	1,28	0,80
	2,75	0,71	0,76	0,48	0,03	2,06	1,65	1,48	1,21
	3,00	0,73	0,91	0,57	-0,28	2,02	1,62	2,02	1,38
	3,25	0,80	0,76	0,43	-0,47	1,95	2,03	1,96	1,51
	3,50	0,89	0,68	0,51	-0,96	1,94	2,02	2,09	1,63
	3,75	0,94	0,83	0,61	-1,70	2,04	2,12	2,14	1,95
	4,00	0,97	0,77	0,44	-2,03	1,88	2,10	2,11	2,15
	4,25	1,06	0,47	0,77	-1,94	1,71	2,09	2,58	2,19
	4,50	1,00	0,51	0,87	-2,07	1,72	2,23	2,91	2,31
4,75	0,98	-0,06	0,96	-2,51	1,74	2,36	3,18	2,35	
5,00	1,07	-0,74	1,03	-2,62	1,84	2,27	3,15	2,21	
Promedio		<b>0,95</b>	<b>-0,26</b>	<b>0,99</b>	<b>-0,57</b>	<b>1,56</b>	<b>1,65</b>	<b>1,55</b>	<b>1,64</b>
Desviación típica		<b>0,30</b>	<b>0,60</b>	<b>0,35</b>	<b>1,01</b>	<b>0,38</b>	<b>0,40</b>	<b>0,71</b>	<b>0,80</b>

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 36. Ibex 35. Número de operaciones**

Pares	Criterio de	Número de cartera							
	entrada	1	2	3	4	5	6	7	8
5	1,00	3.471	2.289	2.900	2.104	2.762	2.858	2.601	2.495
	1,25	2.990	1.963	2.486	1.841	2.392	2.500	2.247	2.188
	1,50	2.619	1.697	2.159	1.639	2.061	2.170	1.940	1.921
	1,75	2.327	1.483	1.904	1.465	1.836	1.912	1.716	1.683
	2,00	2.103	1.300	1.687	1.300	1.620	1.666	1.527	1.477
	2,25	1.897	1.129	1.497	1.169	1.415	1.495	1.356	1.328
	2,50	1.750	1.003	1.338	1.063	1.267	1.346	1.210	1.184
	2,75	1.596	900	1.192	953	1.135	1.206	1.081	1.060
	3,00	1.456	804	1.088	868	1.020	1.078	983	940
	3,25	1.350	701	988	762	910	973	909	835
	3,50	1.254	637	890	669	811	870	823	733
	3,75	1.158	558	802	586	710	800	730	658
	4,00	1.062	507	716	513	628	713	638	578
	4,25	977	447	653	465	558	648	574	512
	4,50	902	394	598	422	515	578	520	441
4,75	830	359	523	378	478	520	471	384	
5,00	756	315	465	334	444	471	415	336	
10	1,00	6.749	4.119	5.393	3.652	5.036	5.362	4.804	4.556
	1,25	5.849	3.565	4.662	3.208	4.340	4.695	4.135	3.965
	1,50	5.128	3.088	4.034	2.855	3.773	4.116	3.573	3.507
	1,75	4.550	2.700	3.551	2.547	3.340	3.617	3.154	3.085
	2,00	4.103	2.352	3.152	2.277	2.927	3.173	2.777	2.713
	2,25	3.698	2.054	2.794	2.018	2.544	2.830	2.432	2.417
	2,50	3.369	1.809	2.503	1.818	2.274	2.514	2.179	2.144
	2,75	3.070	1.596	2.228	1.606	2.007	2.252	1.943	1.914
	3,00	2.784	1.386	2.008	1.425	1.772	1.992	1.742	1.679
	3,25	2.567	1.192	1.813	1.241	1.571	1.787	1.553	1.488
	3,50	2.372	1.056	1.630	1.076	1.377	1.591	1.374	1.286
	3,75	2.177	911	1.439	936	1.202	1.438	1.217	1.160
	4,00	2.005	802	1.285	818	1.042	1.291	1.081	1.020
	4,25	1.839	696	1.149	727	922	1.151	956	902
	4,50	1.696	612	1.041	646	836	1.019	860	779
4,75	1.543	538	929	568	763	901	767	683	
5,00	1.412	470	828	505	693	807	670	589	
20	1,00	12.689	5.269	9.884	5.904	8.116	9.824	8.155	7.080
	1,25	10.999	4.568	8.537	5.194	7.001	8.592	7.007	6.151
	1,50	9.675	3.972	7.473	4.595	6.116	7.563	6.095	5.416
	1,75	8.581	3.471	6.553	4.087	5.366	6.675	5.349	4.775
	2,00	7.736	3.042	5.786	3.608	4.694	5.895	4.707	4.203
	2,25	6.940	2.664	5.110	3.157	4.079	5.233	4.071	3.719
	2,50	6.325	2.314	4.558	2.788	3.602	4.613	3.604	3.284
	2,75	5.771	2.020	4.049	2.429	3.148	4.106	3.156	2.909
	3,00	5.268	1.738	3.627	2.139	2.762	3.597	2.780	2.544
	3,25	4.841	1.485	3.223	1.859	2.416	3.226	2.408	2.236
	3,50	4.442	1.296	2.877	1.603	2.116	2.846	2.118	1.933
	3,75	4.070	1.111	2.553	1.386	1.838	2.546	1.828	1.732
	4,00	3.732	975	2.253	1.202	1.592	2.259	1.608	1.515
	4,25	3.435	840	2.002	1.068	1.397	2.011	1.416	1.318
	4,50	3.140	735	1.790	941	1.231	1.773	1.260	1.128
4,75	2.860	644	1.595	829	1.096	1.563	1.111	973	
5,00	2.633	565	1.409	736	986	1.387	971	832	

Fuente: elaboración propia.

## b. Euro Stoxx 50

La estrategia de pares aplicada a la cartera no restringida compuesta por miembros, pasados o actuales, del índice Euro Stoxx 50 obtiene rentabilidades positivas y estadísticamente representativas, de entre un 0,30% mensual (3,6% anual) y un 0,35% (4,3%). En un 66% de los 276 periodos analizados y en un 57% de los pares ejecutados, la estrategia ofrece resultados positivos. Las conclusiones sobre la diferencia de rentabilidad entre el periodo 1991-1998, previo a la implantación del euro, y el periodo 1999-2015 no son concluyentes: probablemente estén afectados por el sesgo de supervivencia porque este índice fue publicado en 1998, lo que queda reflejado en el número medio de acciones con precio por periodo: 49 en el primero y 62 en el segundo. De hecho, los resultados del primer periodo no son estadísticamente representativos mientras que los del segundo sí (véase Anexo 11).

**Cuadro 37. Euro Stoxx 50. Modelo base: resumen de los resultados**

	Periodo 1991-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,35%	0,31%	0,31%	0,30%
Posición larga	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Posición corta	-0,30%	-0,35%	-0,35%	-0,36%
Mediana	0,26%	0,32%	0,16%	0,15%
Desviación típica	1,76%	1,82%	1,65%	1,61%
Coefficiente de asimetría	3,30	2,18	2,06	1,16
Curtosis	30,30	19,16	17,93	9,59
Mínimo	-3,53%	-5,00%	-4,29%	-4,40%
Máximo	16,88%	15,28%	13,52%	10,30%
t de Student	3,49	3,00	3,26	3,22
Número total de operaciones	2.167	4.144	7.922	18.828
Resultado medio por operación	1,51%	1,25%	1,29%	1,27%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	7,44%	7,96%	8,47%	9,33%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,58%	-10,27%	-10,54%	-11,31%
Duración media (número de sesiones)	55	57	59	61
Operaciones con rentabilidad<0	34,8%	36,8%	37,8%	39,0%
Rentabilidad mensual anualizada	4,3%	3,8%	3,8%	3,6%
Ratio de Sharpe	0,20	0,17	0,19	0,19

Fuente: elaboración propia.

La implantación de la estrategia con un día de retraso reduce la rentabilidad de la estrategia en su conjunto en 3 puntos básicos mensuales. El resultado medio por operación se reduce 16 puntos básicos en la cartera no restringida básica con un criterio de entrada que incorpora dos desviaciones típicas, con un máximo de 44 puntos básicos y un mínimo de 11 puntos básicos en el conjunto de simulaciones realizadas. Las cifras son incluso menores a las que se obtenían en la cartera del Ibex 35 e inferiores claramente a las de Gatev et al. (2006).

**Cuadro 38. Euro Stoxx 50. Modelo base con retardo en la ejecución de un día: resumen de los resultados**

	Periodo 1991-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,33%	0,28%	0,28%	0,26%
Posición larga	0,51%	0,51%	0,51%	0,50%
Posición corta	0,36%	0,38%	0,39%	0,39%
Mediana	0,21%	0,26%	0,19%	0,13%
Desviación típica	1,91%	1,91%	1,69%	1,64%
Coefficiente de asimetría	4,42	2,19	1,58	0,93
Curtosis	45,44	18,27	12,87	7,97
Mínimo	-4,19%	-4,58%	-4,15%	-4,52%
Máximo	20,35%	15,71%	12,31%	9,58%
t de Student	2,99	2,59	2,86	2,76
Número total de operaciones	2.167	4.144	7.922	18.828
Resultado medio por operación	1,36%	1,11%	1,14%	1,10%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	7,25%	7,68%	8,15%	8,98%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,05%	-9,98%	-10,43%	-11,21%
Duración media (número de sesiones)	55	57	58	60
Operaciones con rentabilidad<0	36,3%	37,4%	37,9%	39,2%
Rentabilidad mensual anualizada	4,0%	3,4%	3,4%	3,2%
Ratio de Sharpe	0,17	0,15	0,16	0,16
<b>Diferencia con modelo base</b>				
Media	-0,03%	-0,03%	-0,03%	-0,04%
Resultado medio por operación	-0,15%	-0,14%	-0,15%	-0,17%

Fuente: elaboración propia.

La incorporación de los costes de ejecución reduce la rentabilidad de la estrategia en la cartera de cinco pares en 25 puntos básicos, manteniendo el signo positivo. El número de periodos con resultado positivo se reduce hasta el 51%, siendo las simulaciones más afectadas aquellas que contemplan unos límites de entrada más cercanos a

la media. El impacto en el resultado por operación es de 121 puntos básicos, observándose que se obtienen resultados positivos en las hipótesis con una desviación típica en el criterio de entrada superior al 1,5 para la cartera de cinco pares, del 2,0 para la cartera de diez pares y del 1,5 en el de veinte pares. En el cuadro 40 se muestran los resultados por operación y el nivel crítico para la obtención de resultados positivos.

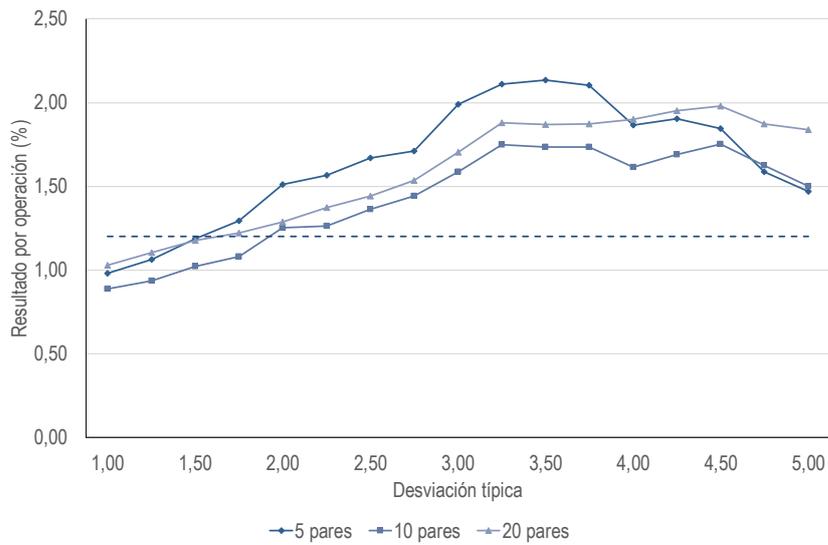
**Cuadro 39. Euro Stoxx 50. Modelo base con costes de ejecución: resumen de los resultados**

	Periodo 1991-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,11%	0,03%	0,04%	0,03%
Posición larga	0,43%	0,44%	0,44%	0,44%
Posición corta	-0,39%	-0,43%	-0,43%	-0,43%
Mediana	0,11%	0,12%	-0,07%	-0,13%
Desviación típica	2,16%	2,48%	2,22%	2,24%
Coefficiente de asimetría	1,08	0,60	0,59	0,51
Curtosis	7,67	5,53	5,86	5,74
Mínimo	-6,18%	-8,29%	-7,03%	-7,07%
Máximo	12,73%	11,46%	10,00%	10,06%
t de Student	1,00	0,43	0,49	0,40
Número total de operaciones	2.167	4.144	7.922	18.828
Resultado medio por operación	0,30%	0,04%	0,07%	0,05%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	6,74%	7,27%	7,76%	8,64%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,62%	-10,40%	-10,76%	-11,57%
Duración media (número de sesiones)	55	57	59	61
Operaciones con rentabilidad<0	39,4%	40,9%	41,5%	42,5%
Rentabilidad mensual anualizada	1,3%	0,4%	0,5%	0,3%
Ratio de Sharpe	0,05	0,01	0,02	0,01
<b>Diferencia con modelo base</b>				
Media	-0,25%	-0,28%	-0,27%	-0,27%
Resultado medio por operación	-1,21%	-1,21%	-1,21%	-1,21%

Fuente: elaboración propia.

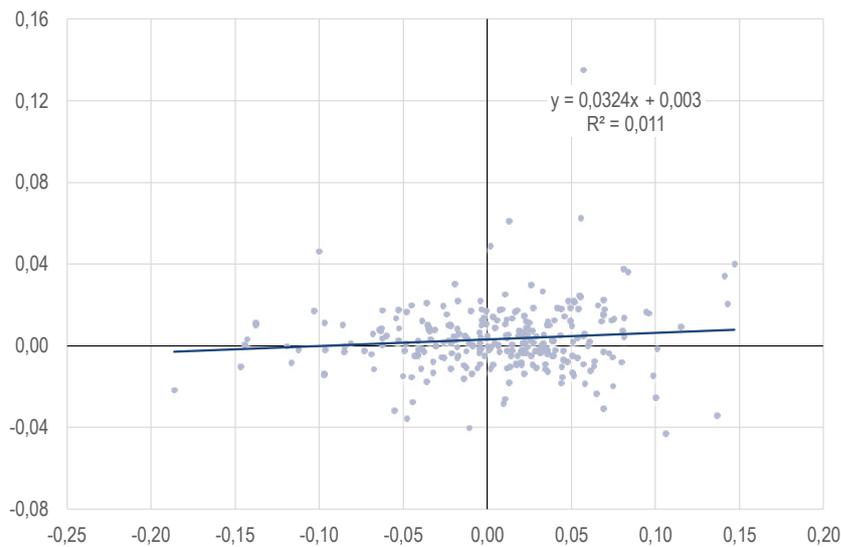
La rentabilidad obtenida por la estrategia está marginalmente relacionada con el factor de riesgo mercado. El resultado de la regresión lineal entre los retornos mensuales de la estrategia y los retornos mensuales del mercado muestra que el coeficiente de correlación múltiple es 0,1048 y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es 0,01098 y el coeficiente de la variable explicativa no es estadísticamente significativo.

**Cuadro 40. Euro Stoxx 50. Resultado por operación de la cartera no restringida**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 41. Euro Stoxx 50. Modelo base: correlación de los retornos mensuales de la estrategia de pares con los del Euro Stoxx 50 (20 pares)**



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se han computado los resultados de la estrategia para tres periodos bajistas del índice Euro Stoxx 50. La cartera elaborada con la estrategia de pares tiene un comportamiento mucho mejor que el del índice en esos periodos específicos, como se puede observar en el cuadro 42.

**Cuadro 42. Euro Stoxx 50. Modelo base: rentabilidad en periodos bajistas frente al Euro Stoxx 50**

Inicio	Final	Euro Stoxx 50	Estrategia de pares			
			5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
30-abr-00	31-mar-03	-62	19	20	17	23
31-oct-07	28-feb-09	-56	6	8	8	9
28-feb-11	31-may-12	-30	-1	0	0	-2

Fuente: elaboración propia.

Sobre la muestra total de 75 acciones y precios entre 1991 y 2015, se han analizado además de las carteras base: (a) carteras con 100 y 150 pares (cuando el número de acciones lo permita); (b) trece carteras restringidas (véase Anexo 6); y (c) la sensibilidad de los resultados para distintas hipótesis de desviaciones típicas en el criterio de entrada. Los resultados de cada simulación se incluyen en un lápiz de memoria.

Las rentabilidades más elevadas se obtienen con la cartera de cinco pares en 12 de los 17 supuestos y la cartera de veinte pares en los restantes cinco y, de acuerdo al criterio de entrada, a partir de las 3,75 desviaciones típicas (véase cuadro 43).

**Cuadro 43. Euro Stoxx 50. Modelo base: rentabilidad mensual según número de pares y número de desviaciones típicas en el criterio de entrada para la cartera no restringida**

Criterio entrada	Número de pares			
	5	10	20	50
1,00	0,31%	0,30%	0,32%	0,31%
1,25	0,31%	0,29%	0,31%	0,30%
1,50	0,32%	0,29%	0,31%	0,30%
1,75	0,33%	0,29%	0,30%	0,29%
2,00	0,35%	0,31%	0,31%	0,30%
2,25	0,34%	0,30%	0,31%	0,30%
2,50	0,35%	0,31%	0,32%	0,30%
2,75	0,36%	0,31%	0,32%	0,31%
3,00	0,39%	0,33%	0,34%	0,31%
3,25	0,40%	0,35%	0,37%	0,33%
3,50	0,41%	0,37%	0,38%	0,34%
3,75	<b>0,42%</b>	0,37%	0,38%	0,34%
4,00	0,39%	0,35%	0,38%	0,34%
4,25	0,38%	0,35%	0,39%	0,35%
4,50	0,38%	0,35%	0,39%	0,36%
4,75	0,36%	0,36%	0,39%	0,36%
5,00	0,29%**	0,34%	0,39%	0,38%

Rentabilidad más elevada según criterio de entrada

Rentabilidad más elevada según número de pares

Fuente: elaboración propia

Seis carteras restringidas superan la rentabilidad de la cartera no restringida. La cartera número 8 (bancos) ofrece una rentabilidad mensual acumulada 21 puntos básicos superior a la cartera no restringida en el conjunto de carteras analizadas (véase cuadro 45). La cartera número 7 (servicios financieros - estilo valor) obtiene 19 puntos básicos más de media. La cartera número 6 (servicios financieros) renta 17 puntos básicos más y la cartera número 11 (Francia) 9 puntos básicos.

En el Anexo 13 se incluyen los resultados por operación atendiendo a (a) número de pares; (b) número de desviaciones típicas; y (c) cartera restringida y no restringida.

En el Anexo 14 se incluyen el número de operaciones.

**Cuadro 44. Euro Stoxx 50. Rentabilidad mensual según cartera y criterio de entrada (5 pares)<sup>54</sup>**

	Número de cartera													
	1	2	3**	4**	5**	6	7	8	9**	10**	11	12	13**	14
1,00	0,31%	0,27%	0,24%	0,41%	0,33%	0,40%	0,46%	0,50%	0,13%	0,27%	0,50%	0,43%	0,33%	0,25%**
1,25	0,31%	0,27%	0,20%	0,37%	0,35%	0,40%	0,48%	0,52%	0,13%	0,25%	0,49%	0,42%	0,32%	0,24%**
1,50	0,32%	0,27%	0,21%	0,35%	0,33%	0,40%	0,48%	0,53%	0,11%	0,24%	0,49%	0,42%	0,30%	0,28%**
1,75	0,33%	0,29%	0,21%	0,34%	0,34%	0,43%	0,48%	0,55%	0,13%	0,24%	0,47%	0,38%	0,29%	0,28%**
2,00	0,35%	0,33%	0,22%	0,33%	0,34%	0,43%	0,51%	0,56%	0,12%	0,25%	0,47%	0,38%	0,29%	0,31%
2,25	0,34%	0,31%	0,21%	0,30%	0,35%	0,43%	0,51%	0,57%	0,14%	0,22%	0,48%**	0,38%	0,29%	0,34%
2,50	0,35%	0,31%	0,20%	0,21%	0,38%	0,44%	0,53%	0,58%	0,17%	0,23%	0,46%	0,35%**	0,25%	0,35%
2,75	0,36%	0,33%	0,20%	0,08%	0,39%	0,47%	0,54%	0,57%	0,18%	0,16%	0,47%	0,32%**	0,25%	0,38%
3,00	0,39%	0,35%	0,25%	0,19%	0,42%	0,50%	0,56%	0,58%	0,19%	0,14%	0,47%	0,29%**	0,22%	0,41%
3,25	0,40%	0,36%	0,24%	0,31%	0,44%	0,49%	0,56%	0,63%	0,25%	0,12%	0,48%	0,38%	0,21%	0,44%
3,50	0,41%	0,37%	0,25%	0,37%	0,44%	0,50%	0,58%	0,60%	0,22%	0,08%	0,47%	0,41%	0,21%	0,44%
3,75	0,42%	0,35%	0,30%	0,36%	0,48%	0,49%	0,58%	0,60%	0,21%	0,16%	0,48%	0,42%	0,23%	0,37%
4,00	0,39%	0,32%**	0,32%	0,41%	0,51%	0,51%	0,60%	0,59%	0,27%	0,25%	0,47%	0,46%	0,30%	0,39%
4,25	0,38%	0,34%	0,36%	0,35%	0,46%	0,47%	0,57%	0,57%	0,23%	0,23%	0,46%	0,48%	0,33%	0,46%
4,50	0,38%	0,27%**	0,37%	0,34%	0,47%	0,42%	0,56%	0,56%	0,26%	0,18%	0,48%	0,49%	0,32%	0,49%
4,75	0,36%	0,29%**	0,34%	0,27%	0,48%	0,37%	0,52%	0,53%	0,23%	0,04%	0,46%	0,48%	0,32%	0,49%
5,00	0,29%	0,26%**	0,42%	0,23%	0,53%	0,41%	0,49%	0,47%	0,19%	0,05%	0,49%	0,47%	0,34%	0,46%

Rentabilidad más elevada según criterio de entrada

Rentabilidad más elevada según número de pares

Fuente: elaboración propia.

<sup>54</sup> \*\* Rentabilidad media estadísticamente no significativa con una probabilidad del 95%. El resto de datos son significativos estadísticamente con una probabilidad del 95%.

**Cuadro 45. Euro Stoxx 50. Cartera número 8: resumen de los resultados**

	Periodo 1991-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,56%	0,55%	0,53%	0,51%
Posición larga	0,61%	0,60%	0,59%	0,58%
Posición corta	-0,20%	-0,19%	-0,21%	-0,25%
Mediana	0,29%	0,33%	0,25%	0,20%
Desviación típica	1,88%	1,86%	1,94%	2,30%
Coefficiente de asimetría	2,47	2,40	2,31	1,77
Curtosis	16,97	16,90	15,19	10,31
Mínimo	-5,27%	-4,56%	-4,77%	-6,93%
Máximo	14,55%	14,64%	14,64%	14,64%
t de Student	5,10	5,01	4,67	3,84
Número total de operaciones	1.588	2.937	5.347	9.913
Resultado medio por operación	3,01%	2,67%	2,49%	1,87%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	10,17%	10,69%	11,65%	12,47%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-10,08%	-10,96%	-12,15%	-13,56%
Duración media (número de sesiones)	63	66	70	74
Operaciones con rentabilidad<0	35,4%	37,0%	38,5%	40,7%
Rentabilidad mensual anualizada	6,9%	6,7%	6,5%	6,2%
Ratio de Sharpe	0,30	0,29	0,27	0,22

Fuente: elaboración propia.

Las conclusiones que se pueden hacer del análisis de los resultados de la implementación de la estrategia de *pairs trading* con las acciones que estén o hayan estado incluidas en el índice Euro Stoxx 50 son en casi todos los puntos similares a las que se han comentado en el análisis del Ibex 35 y también a las de los trabajos anteriores.

Esta estrategia genera rentabilidades positivas, incluso tras la consideración de los costes de ejecución. Coincide con los estudios previos en su evolución contracíclica en relación con el mercado de renta variable y en su baja correlación con dicho mercado. Seis de trece carteras restringidas superan la rentabilidad obtenida por la cartera no restringida, de las cuales tres están vinculadas a los servicios financieros.

### c. **Stoxx Europe 50**

Las conclusiones que se desprenden del análisis de los resultados de implantar la estrategia de *pairs trading* con las 85 acciones incluidas en algún periodo en el índice Stoxx Europe 50 son las siguientes:

1. La rentabilidad mensual acumulada de la estrategia es positiva y estadísticamente significativa (véase cuadro 46). Considerando dos periodos, hasta 1998 y desde 1999, no se pueden sacar conclusiones sobre la evolución de la rentabilidad de la estrategia porque no hay un patrón común a los cuatro supuestos analizados. Los resultados de ambos periodos son estadísticamente significativos (véase Anexo 12).
2. La ejecución de la estrategia con un día de retraso reduce la rentabilidad en unos 5/6 puntos básicos y los resultados medios por operación en unos 24 puntos básicos (véase cuadro 47).
3. La introducción de los costes de ejecución reduce, de media, un 0,20% a la rentabilidad de la estrategia, que reporta una pequeña pérdida en la simulación de cinco pares y beneficios para diez y veinte pares (véase cuadro 48). La cartera de cinco pares genera rentabilidades positivas desde una desviación típica en el criterio de entrada de 2,25 veces, la de diez pares desde 1,75 veces y la de veinte pares desde 1,5 veces (véase cuadro 49).
4. El factor riesgo de mercado no explica la rentabilidad de la estrategia (véase cuadro 50).
5. El comportamiento de la cartera en periodos bursátiles bajistas es muy positivo, generando beneficios a pesar de caídas que superan el 50% (véase cuadro 51).

6. La cartera compuesta por 50 pares presenta los mejores rendimientos para 14 de las 17 hipótesis contempladas para el criterio de entrada. Los mejores resultados se producen para desviaciones típicas superiores a 2,75 veces (véase cuadro 52).
7. De las 18 carteras restringidas analizadas, trece superan la rentabilidad de la cartera no restringida. Las carteras número 6, 9 y 14, todas ellas relacionadas con los servicios financieros, son las que mayor diferencial de rentabilidad media muestran en el conjunto de simulaciones realizadas (véase cuadro 53).

En el Anexo 15 se incluyen los resultados por operación. En el Anexo 16 se presentan el número de operaciones. En un lápiz de memoria se facilitan todos los resultados de la investigación.

**Cuadro 46. Stoxx Europe 50. Modelo base: resumen de los resultados**

	Periodo 1991-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,31%	0,36%	0,37%	0,38%
Posición larga	0,51%	0,50%	0,52%	0,52%
Posición corta	-0,36%	-0,30%	-0,32%	-0,30%
Mediana	0,16%	0,24%	0,22%	0,28%
Desviación típica	1,64%	1,48%	1,49%	1,34%
Coefficiente de asimetría	1,05	3,06	3,54	2,97
Curtosis	6,36	24,58	31,36	21,57
Mínimo	-4,96%	-3,42%	-3,50%	-2,55%
Máximo	7,78%	13,17%	14,29%	11,27%
t de Student	3,29	4,18	4,24	4,81
Número total de operaciones	1.947	4.054	8.172	19.699
Resultado medio por operación	1,05%	1,31%	1,51%	1,69%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	4,77%	6,30%	7,37%	8,50%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-8,27%	-8,64%	-9,46%	-10,14%
Duración media (número de sesiones)	44	51	54	57
Operaciones con rentabilidad<0	28,6%	33,4%	34,9%	36,6%
Rentabilidad mensual anualizada	3,8%	4,4%	4,5%	4,6%
Ratio de Sharpe	0,19	0,24	0,25	0,28

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 47. Stoxx Europe 50. Modelo base con retardo en la ejecución de un día: resumen de los resultados**

	Periodo 1991–2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,24%	0,31%	0,31%	0,34%
Posición larga	0,50%	0,50%	0,51%	0,51%
Posición corta	0,40%	0,35%	0,37%	0,35%
Mediana	0,14%	0,15%	0,21%	0,23%
Desviación típica	1,75%	1,47%	1,46%	1,35%
Coefficiente de asimetría	0,57	2,12	2,39	2,54
Curtosis	5,04	16,26	18,74	17,58
Mínimo	-6,25%	-4,01%	-4,38%	-2,86%
Máximo	7,04%	11,42%	11,96%	10,58%
t de Student	2,38	3,65	3,69	4,24
Número total de operaciones	1.947	4.054	8.172	19.699
Resultado medio por operación	0,80%	1,07%	1,23%	1,45%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	5,14%	6,40%	7,28%	8,23%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-6,01%	-7,46%	-8,70%	-9,77%
Duración media (número de sesiones)	44	50	53	57
Operaciones con rentabilidad<0	39,7%	38,9%	38,1%	37,9%
Rentabilidad mensual anualizada	2,9%	3,8%	3,8%	4,1%
Ratio de Sharpe	0,13	0,21	0,22	0,25
<b>Diferencia con modelo base</b>				
Media	-0,08%	-0,05%	-0,05%	-0,04%
Resultado medio por operación	-0,24%	-0,24%	-0,27%	-0,24%

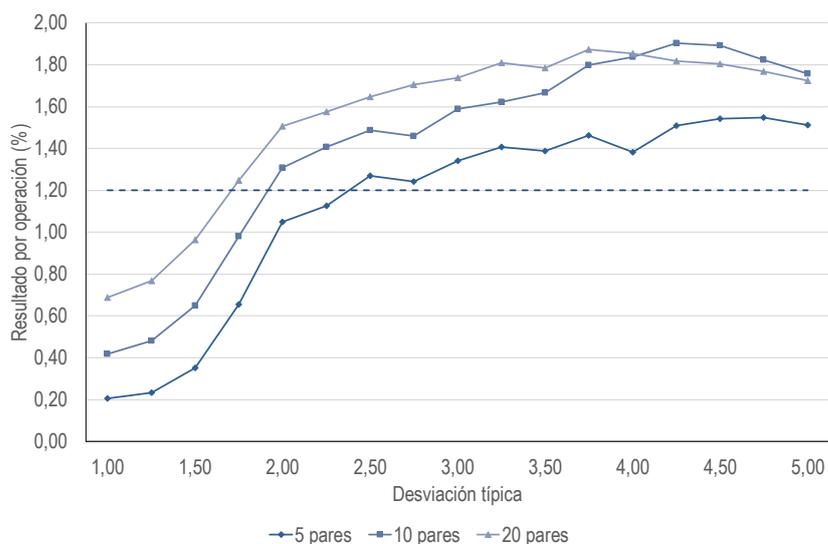
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 48. Stoxx Europe 50. Modelo base con costes de ejecución: resumen de los resultados**

	Periodo 1991–2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	-0,10%	0,09%	0,12%	0,16%
Posición larga	0,43%	0,43%	0,46%	0,45%
Posición corta	-0,45%	-0,40%	-0,41%	-0,39%
Mediana	-0,15%	-0,06%	-0,02%	0,09%
Desviación típica	2,51%	1,87%	1,83%	1,66%
Coefficiente de asimetría	0,50	1,34	1,50	1,74
Curtosis	6,11	8,75	9,57	10,19
Mínimo	-10,98%	-5,08%	-5,38%	-3,62%
Máximo	10,51%	9,65%	10,56%	10,29%
t de Student	-0,45	0,91	1,28	1,77
Número total de operaciones	1.947	4.054	8.172	19.699
Resultado medio por operación	-0,16%	0,10%	0,29%	0,48%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	5,98%	6,67%	7,23%	8,07%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-5,55%	-7,26%	-8,75%	-9,96%
Duración media (número de sesiones)	44	51	54	57
Operaciones con rentabilidad<0	53,3%	47,2%	43,4%	42,1%
Rentabilidad mensual anualizada	-1,2%	1,0%	1,5%	2,0%
Ratio de Sharpe	-0,04	0,05	0,07	0,10
<b>Diferencia con modelo base</b>				
Media	-0,41%	-0,28%	-0,24%	-0,22%
Resultado medio por operación	-1,21%	-1,21%	-1,21%	-1,21%

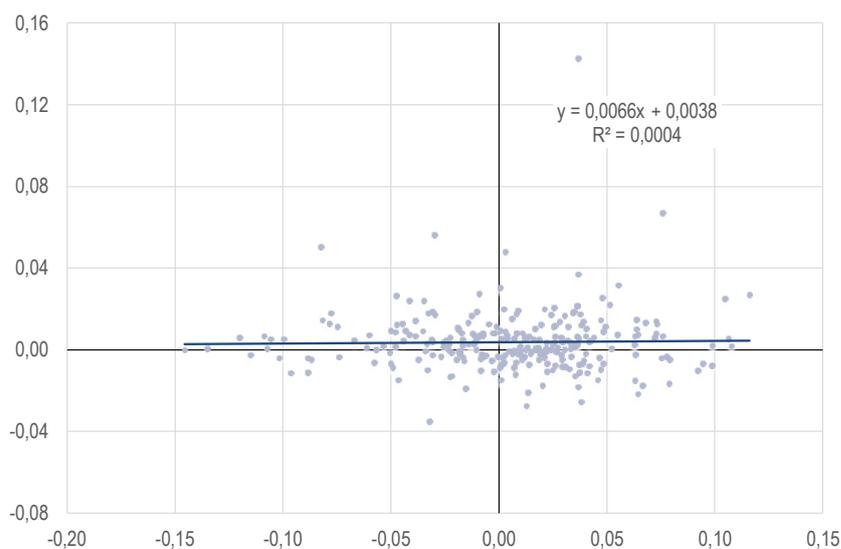
Fuente: elaboración propia

**Cuadro 49. Stoxx Europe 50. Resultado por operación de la cartera no restringida**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 50. Stoxx Europe 50. Modelo base: correlación de los retornos mensuales de la estrategia de pares con los del Stoxx Europe 50 (20 pares)**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 51. Stoxx Europe 50. Modelo base: rentabilidad en periodos bajistas frente al Stoxx Europe 50**

Inicio	Final	Stoxx Europe 50	Estrategia de pares			
			5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
30-abr-00	31-mar-03	-59	15	32	35	39
31-oct-07	28-feb-09	-54	1	2	2	3
28-feb-11	31-may-12	-17	0	0	0	1

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 52. Stoxx Europe 50. Modelo base: rentabilidad mensual según número de pares y número de desviaciones típicas en el criterio de entrada para la cartera no restringida<sup>55</sup>**

Criterio entrada	Número de pares			
	5	10	20	50
1,00	0,26%	0,32%	0,35%	0,37%
1,25	0,26%	0,33%	0,35%	0,37%
1,50	0,25%	0,33%	0,35%	0,37%
1,75	0,28%	0,34%	0,35%	0,37%
2,00	0,31%	0,36%	0,37%	0,38%
2,25	0,29%	0,36%	0,37%	0,38%
2,50	0,32%	0,36%	0,37%	0,38%
2,75	0,31%	0,36%	0,38%	0,38%
3,00	0,31%	0,37%	0,38%	0,38%
3,25	0,29%	0,35%	0,38%	0,40%
3,50	0,31%	0,36%	0,38%	0,40%
3,75	0,32%	0,36%	0,39%	0,40%
4,00	0,30%	0,37%	0,39%	0,39%
4,25	0,31%	0,39%	0,38%	0,39%
4,50	0,31%	0,38%	0,36%	0,37%
4,75	0,33%	0,37%	0,38%	0,38%
5,00	0,35%	0,39%	0,38%	0,38%

Rentabilidad más elevada según criterio de entrada

Rentabilidad más elevada según número de pares

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 53. Stoxx Europe 50. Rentabilidad mensual según cartera (20 pares)**

Carteras	Criterio de entrada								
	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
1	0,35%	0,35%	0,37%	0,37%	0,38%	0,38%	0,39%	0,36%	0,38%
2	0,37%	0,38%	0,40%	0,39%	0,40%	0,40%	0,39%	0,32%	0,33%
3	0,34%	0,35%	0,34%	0,33%	0,32%	0,34%	0,37%	0,39%	0,41%
4	0,35%	0,35%	0,34%	0,32%	0,35%	0,35%	0,43%	0,39%	0,36%
5	0,45%	0,46%	0,48%	0,50%	0,52%	0,54%	0,53%	0,52%	0,53%
6	0,48%	0,50%	0,53%	0,55%	0,57%	0,59%	0,58%	0,56%	0,56%
7	0,45%	0,47%	0,50%	0,50%	0,51%	0,53%	0,49%	0,44%	0,43%
8	0,43%	0,46%	0,50%	0,50%	0,52%	0,56%	0,55%	0,54%	0,53%
9	0,50%	0,51%	0,51%	0,53%	0,54%	0,56%	0,61%	0,62%	0,66%
10	0,31%	0,30%	0,32%	0,34%	0,34%	0,36%	0,34%	0,34%	0,35%
11	0,35%	0,35%	0,37%	0,38%	0,36%	0,37%	0,36%	0,35%	0,30%
12	0,08%	0,07%	0,09%	0,19%	0,20%	0,20%	0,26%	0,41%	0,42%
13	0,43%	0,46%	0,48%	0,50%	0,53%	0,54%	0,53%	0,50%	0,50%
14	0,43%	0,46%	0,51%	0,55%	0,57%	0,55%	0,56%	0,55%	0,47%
15	0,23%	0,24%	0,26%	0,29%	0,40%	0,44%	0,49%	0,48%	0,41%
16	0,19%	0,21%	0,25%	0,26%	0,24%	0,32%	0,39%	0,39%	0,33%
17	0,33%	0,32%	0,32%	0,37%	0,40%	0,44%	0,45%	0,49%	0,55%
18	0,40%	0,38%	0,36%	0,33%	0,34%	0,37%	0,35%	0,37%	0,42%
19	0,30%	0,25%	0,28%	0,33%	0,36%	0,41%	0,38%	0,33%	0,35%

Rentabilidad más elevada según criterio de entrada

Rentabilidad más elevada según número de pares

Fuente: elaboración propia.

<sup>55</sup> Todos los resultados son estadísticamente significativos con un 95% de probabilidad.

#### **d. Stoxx Europe 600**

Al analizar los resultados de la estrategia de *pairs trading* sobre el Stoxx Europe se observa que:

1. La rentabilidad mensual acumulada de la estrategia es positiva y estadísticamente significativa (véase cuadro 54). Dos hechos son diferenciadores respecto a los resultados de las carteras no restringidas del resto de índices: por un lado, el bajo número de operaciones con pérdidas y, por otro lado, el pequeño resultado por operación. También, a diferencia de los análisis previos, el segundo periodo presenta una rentabilidad mensual más elevada que el primero 0,19% vs. 0,14%.
2. La introducción de los costes de ejecución reduce un 0,65% a la rentabilidad mensual de la estrategia considerando veinte pares. Los resultados con la cartera restringida son siempre negativos en el rango de 1 a 5 desviaciones típicas en el criterio de entrada (véase cuadro 56).
3. El factor riesgo de mercado tiene no explica la rentabilidad de la estrategia (véase cuadro 57).
4. El comportamiento de la cartera en periodos bursátiles bajistas es muy positivo, generando beneficios a pesar de caídas que superan el 50% (véase cuadro 58).
5. El análisis de las carteras restringidas muestra que 102 de las 132 carteras propuestas superan la rentabilidad de la cartera no restringida y 55 el umbral de 120 puntos básicos por operación necesarios para poder absorber los costes de ejecución (véase cuadro 59).

En un lápiz de memoria se facilitan todos los resultados de la investigación.

**Cuadro 54. Stoxx Europe 600. Modelo base: resumen de los resultados**

	Periodo 1991-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,18%	0,21%	0,24%	0,24%
Posición larga	0,53%	0,52%	0,51%	0,51%
Posición corta	-0,47%	-0,44%	-0,42%	-0,41%
Mediana	0,11%	0,11%	0,13%	0,06%
Desviación típica	0,78%	1,04%	1,12%	1,14%
Coefficiente de asimetría	0,73	0,84	2,30	2,51
Curtosis	6,98	5,74	15,75	17,90
Mínimo	-2,95%	-2,41%	-2,39%	-2,40%
Máximo	4,05%	5,41%	8,51%	9,18%
t de Student	3,82	3,42	3,59	3,59
Número total de operaciones	4.945	7.067	11.435	24.294
Resultado medio por operación	0,24%	0,46%	0,69%	0,82%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	0,70%	2,14%	4,13%	6,57%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-5,60%	-8,14%	-9,80%	-11,41%
Duración media (número de sesiones)	22	35	46	57
Operaciones con rentabilidad<0	7,2%	16,4%	24,8%	32,0%
Rentabilidad mensual anualizada	2,1%	2,5%	2,9%	2,9%
Ratio de Sharpe	0,23	0,20	0,21	0,21

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 55. Stoxx Europe 600. Modelo base con retardo en la ejecución de un día: resumen de los resultados**

	Periodo 1991-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,04%	0,10%	0,17%	0,18%
Posición larga	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Posición corta	0,49%	0,47%	0,44%	0,44%
Mediana	0,00%	0,03%	0,10%	0,01%
Desviación típica	0,93%	1,21%	1,18%	1,17%
Coefficiente de asimetría	1,24	1,00	2,03	2,14
Curtosis	13,10	8,61	13,97	14,47
Mínimo	-3,71%	-3,09%	-2,63%	-2,79%
Máximo	6,56%	7,76%	8,21%	8,54%
t de Student	0,84	1,43	2,49	2,67
Número total de operaciones	4.945	7.067	11.435	24.294
Resultado medio por operación	0,07%	0,21%	0,45%	0,56%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	0,86%	2,67%	4,82%	6,92%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-0,90%	-3,01%	-5,70%	-8,96%
Duración media (número de sesiones)	22	35	46	56
Operaciones con rentabilidad<0	46,9%	44,6%	42,4%	40,5%
Rentabilidad mensual anualizada	0,5%	1,2%	2,0%	2,2%
Ratio de Sharpe	0,05	0,08	0,14	0,15

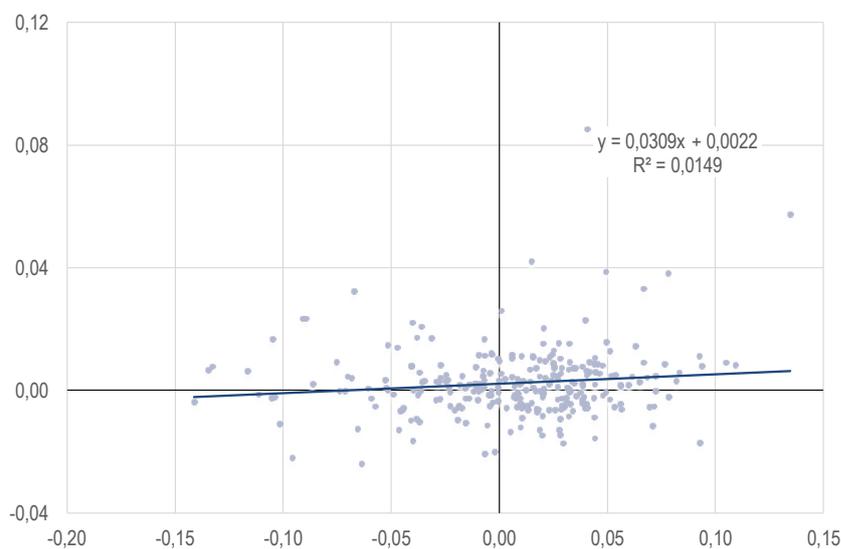
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 56. Stoxx Europe 600. Modelo base con costes de ejecución: resumen de los resultados**

	Periodo 1991–2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	-0,20%	-0,38%	-0,41%	-0,17%
Posición larga	0,35%	0,41%	0,43%	0,44%
Posición corta	-0,61%	-0,54%	-0,50%	-0,48%
Mediana	0,45%	-0,66%	-0,55%	-0,43%
Desviación típica	24,35%	18,21%	3,09%	1,93%
Coefficiente de asimetría	3,68	0,61	2,39	1,86
Curtosis	95,54	36,99	21,46	12,46
Mínimo	-215,14%	-152,29%	-11,98%	-4,97%
Máximo	288,59%	128,49%	25,33%	13,52%
t de Student	0,39	0,27	-1,98	-1,28
Número total de operaciones	4.945	7.067	11.435	24.294
Resultado medio por operación	-0,96%	-0,75%	-0,53%	-0,39%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	3,71%	5,53%	6,82%	7,88%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-1,60%	-2,94%	-5,08%	-8,30%
Duración media (número de sesiones)	22	35	46	57
Operaciones con rentabilidad<0	88,0%	74,2%	61,7%	51,1%
Rentabilidad mensual anualizada	-2,4%	4,7%	-4,8%	-2,0%
Ratio de Sharpe	-0,01	0,02	-0,13	-0,09

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 57. Stoxx Europe 600. Modelo base: correlación de los retornos mensuales de la estrategia de pares con los del Stoxx Europe 600 (20 pares)**



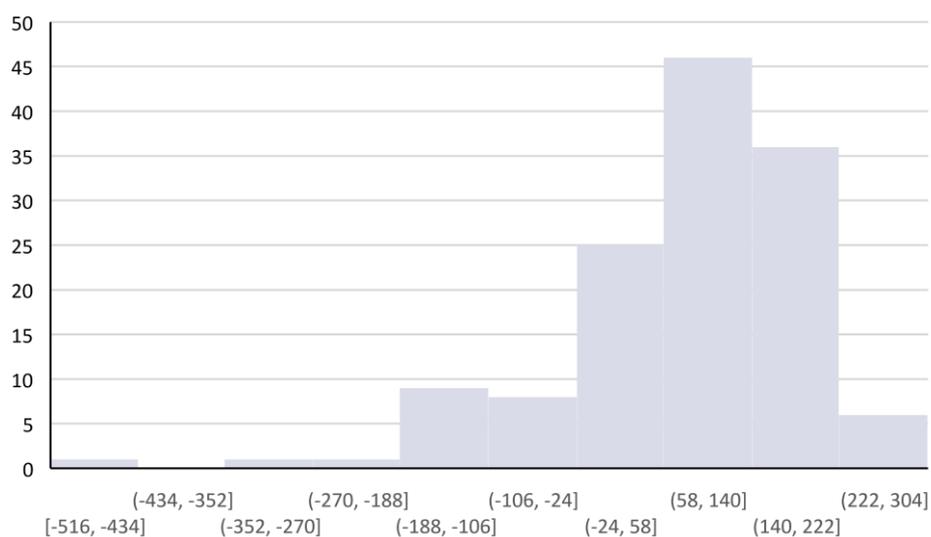
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 58. Stoxx Europe 600. Modelo base: rentabilidad en periodos bajistas frente al Stoxx Europe 600**

Inicio	Final	Stoxx Europe 50	Estrategia de pares			
			5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
30-abr-00	31-mar-03	-59	15	32	35	39
31-oct-07	28-feb-09	-54	1	2	2	3
28-feb-11	31-may-12	-17	0	0	0	1

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 59. Stoxx Europe 600. Distribución de los resultados por operación de las carteras no restringidas.**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. Contrastación de la hipótesis número 2

**Hipótesis 2:** La introducción de una hipótesis de limitación de pérdidas (*stop loss*) al método de la distancia propuesto por Gatev, Goetzmann, & Rouwenhorst (1999, 2006) incrementa la rentabilidad de la estrategia.

El modelo de la distancia propuesto por estos autores y en la mayoría de los estudios empíricos que lo han empleado no contempla un criterio de salida con pérdidas para limitar las pérdidas si el diferencial de los precios de las compañías sigue divergiendo. Así, como se ha observado al analizar los resultados anteriores, la rentabilidad de las operaciones con beneficios es inferior, de media, a la de las operaciones con pérdidas. Las operaciones con beneficios están limitadas a  $n$  veces la desviación típica mientras que las pérdidas son, en teoría, ilimitadas. Bolgün et al. (2010) incorporan a su algoritmo una regla de limitación de beneficios (3% del valor de la posición inicial) y otra de limitación de pérdidas (2% del valor de la posición inicial). Caldeira y Moura (2013) consideran que una regla de limitación de pérdidas es de gran importancia en las estrategias de pares. En los artículos analizados para elaborar esta tesis no se ha encontrado un estudio sistemático del impacto de la incorporación de una regla de limitación de pérdidas para diferentes niveles del criterio de entrada y de salida.

Como se expuso en el capítulo 3, se ha considerado una regla de limitación de pérdidas que las haga como máximo equivalentes, en términos de desviación típica sobre la media, a los beneficios máximos por operación. Asimismo, se ha considerado que el par que se cierra con pérdidas no vuelve a ser activado en el tiempo pendiente del periodo de ejecución.

## a. Resultados

Los resultados que se obtienen de incorporar una regla de limitación de pérdidas contradicen la hipótesis que se había planteado. La rentabilidad obtenida utilizando el modelo básico, excluidos e incluidos costes, es superior a la rentabilidad del modelo con la regla de limitación de pérdidas en todos los supuestos y carteras analizados con la salvedad de un número limitado de supuesto en los que el criterio de entrada es la media más/menos un número entre 4 y 5 veces la desviación típica. Destaca el hecho de que el impacto negativo de la introducción de esta regla se reduce a medida que se incrementa (reduce) el límite superior (inferior) de entrada en las operaciones. Los resultados obtenidos pueden significar que los pares que se han ejecutado por haber divergido en una determinada cuantía, previo a revertir a la media, amplían su divergencia. Estos resultados podrían vincularse con los resultados del análisis conjunto de las anomalías de *momentum* y reversión a la media que sostienen que a corto plazo la dirección de los retornos se mantiene, obteniéndose resultados positivos con la estrategias de *momentum* pero que a medio plazo se impone la reversión a la media (Forner y Marhuenda, 2003; Balvers y Wu, 2006; Velissaris, 2010; Asness et al., 2013). Los resultados son coincidentes en el Ibex 35, Euro Stoxx 50 y Stoxx Europe 50

En el cuadro 61 se muestran los resultados brutos y la rentabilidad media por operación del modelo básico y del modelo con limitación de pérdidas, así como la diferencia entre ambos para el Ibex 35. En el cuadro 62, se incluyen los mismos datos, pero incluyendo costes. En el 63 y 64 se incluyen los resultados relativos al Euro Stoxx 50 y en el 65 y 66 los del Stoxx Europe 50.

**Cuadro 60. Ibox 35: modelo base de la estrategia de pares vs. modelo con limitación de pérdidas**

Pares	Criterio de entrada	Resultado medio por periodo			Resultado medio por operación		
		Modelo base	Modelo con li- mitación de pérdidas	Diferencia	Modelo base	Modelo con li- mitación de pérdidas	Diferencia
5	1,00	7,262	2,205	-5,057	0,577	0,288	-0,289
	1,25	6,022	1,327	-4,695	0,556	0,178	-0,377
	1,50	5,044	0,661	-4,383	0,532	0,091	-0,441
	1,75	4,958	0,717	-4,241	0,588	0,102	-0,486
	2,00	4,923	0,702	-4,221	0,646	0,106	-0,540
	2,25	4,548	0,994	-3,554	0,662	0,160	-0,502
	2,50	5,333	2,639	-2,694	0,841	0,448	-0,393
	2,75	4,924	3,723	-1,201	0,852	0,672	-0,180
	3,00	4,402	3,166	-1,236	0,834	0,617	-0,218
	3,25	4,351	3,995	-0,356	0,890	0,830	-0,060
	3,50	4,966	4,407	-0,559	1,089	0,979	-0,110
	3,75	5,168	4,860	-0,308	1,223	1,160	-0,063
	4,00	4,839	4,873	0,033	1,244	1,255	0,011
	4,25	4,902	4,758	-0,144	1,360	1,321	-0,039
	4,50	4,695	5,168	0,473	1,385	1,526	0,141
4,75	4,101	4,315	0,214	1,304	1,374	0,070	
5,00	3,603	3,646	0,043	1,239	1,254	0,015	
10	1,00	19,980	5,511	-14,470	0,817	0,364	-0,453
	1,25	17,422	4,634	-12,788	0,822	0,308	-0,514
	1,50	14,838	4,799	-10,039	0,799	0,327	-0,472
	1,75	13,845	4,266	-9,578	0,840	0,305	-0,535
	2,00	13,014	3,622	-9,392	0,875	0,275	-0,600
	2,25	12,499	4,313	-8,186	0,933	0,351	-0,582
	2,50	12,381	6,320	-6,061	1,014	0,550	-0,464
	2,75	11,792	6,608	-5,184	1,060	0,617	-0,443
	3,00	9,618	5,276	-4,342	0,953	0,536	-0,418
	3,25	9,677	6,878	-2,798	1,040	0,751	-0,289
	3,50	10,571	7,404	-3,167	1,230	0,871	-0,359
	3,75	10,584	7,179	-3,404	1,342	0,918	-0,424
	4,00	10,221	8,669	-1,552	1,407	1,196	-0,211
	4,25	10,103	8,134	-1,969	1,516	1,222	-0,294
	4,50	9,778	8,579	-1,199	1,585	1,393	-0,193
4,75	8,608	7,500	-1,108	1,517	1,323	-0,194	
5,00	7,942	7,076	-0,865	1,519	1,353	-0,165	
20	1,00	28,043	9,488	-18,555	0,610	0,319	-0,291
	1,25	24,254	9,105	-15,149	0,609	0,307	-0,302
	1,50	20,945	8,335	-12,610	0,597	0,290	-0,307
	1,75	17,130	5,998	-11,131	0,551	0,221	-0,330
	2,00	16,526	6,665	-9,861	0,590	0,262	-0,328
	2,25	14,244	6,154	-8,090	0,566	0,261	-0,305
	2,50	15,704	8,378	-7,326	0,685	0,383	-0,302
	2,75	14,866	6,319	-8,547	0,711	0,312	-0,399
	3,00	13,953	5,340	-8,612	0,731	0,286	-0,445
	3,25	14,026	7,893	-6,133	0,800	0,457	-0,343
	3,50	14,366	7,388	-6,978	0,893	0,464	-0,429
	3,75	13,891	7,183	-6,708	0,942	0,491	-0,451
	4,00	13,058	9,473	-3,585	0,966	0,703	-0,263
	4,25	13,222	9,300	-3,921	1,062	0,749	-0,313
	4,50	11,410	8,930	-2,479	1,003	0,787	-0,216
4,75	10,213	8,267	-1,946	0,982	0,796	-0,186	
5,00	10,253	9,062	-1,191	1,067	0,943	-0,124	

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 61. Ibox 35: modelo base con costes de ejecución de la estrategia de pares vs. modelo con costes de ejecución y limitación de pérdidas**

Pares	Criterio de entrada	Resultado medio por periodo			Resultado medio por operación		
		Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia	Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia
5	1,00	-7,958	-6,986	0,972	-0,633	-0,914	-0,281
	1,25	-7,106	-7,620	-0,514	-0,656	-1,025	-0,369
	1,50	-6,464	-8,130	-1,666	-0,681	-1,115	-0,433
	1,75	-5,272	-7,765	-2,492	-0,625	-1,104	-0,479
	2,00	-4,325	-7,300	-2,975	-0,568	-1,100	-0,532
	2,25	-3,799	-6,499	-2,700	-0,553	-1,046	-0,493
	2,50	-2,374	-4,467	-2,094	-0,374	-0,759	-0,385
	2,75	-2,104	-2,972	-0,869	-0,364	-0,536	-0,172
	3,00	-2,005	-3,028	-1,023	-0,380	-0,590	-0,210
	3,25	-1,589	-1,816	-0,227	-0,325	-0,377	-0,052
	3,50	-0,575	-1,029	-0,454	-0,126	-0,229	-0,103
	3,75	0,028	-0,208	-0,236	0,007	-0,050	-0,056
	4,00	0,103	0,168	0,065	0,026	0,043	0,017
	4,25	0,509	0,389	-0,120	0,141	0,108	-0,033
	4,50	0,559	1,052	0,494	0,165	0,311	0,146
4,75	0,268	0,499	0,231	0,085	0,159	0,074	
5,00	0,055	0,107	0,052	0,019	0,037	0,018	
10	1,00	-9,615	-12,697	-3,082	-0,393	-0,838	-0,445
	1,25	-8,254	-13,466	-5,212	-0,389	-0,895	-0,505
	1,50	-7,693	-12,895	-5,202	-0,414	-0,878	-0,464
	1,75	-6,160	-12,633	-6,473	-0,374	-0,902	-0,528
	2,00	-5,035	-12,262	-7,227	-0,339	-0,931	-0,592
	2,25	-3,785	-10,523	-6,739	-0,282	-0,856	-0,574
	2,50	-2,462	-7,561	-5,099	-0,202	-0,658	-0,457
	2,75	-1,731	-6,343	-4,612	-0,156	-0,592	-0,436
	3,00	-2,640	-6,620	-3,980	-0,262	-0,672	-0,410
	3,25	-1,624	-4,190	-2,566	-0,175	-0,457	-0,283
	3,50	0,126	-2,868	-2,993	0,015	-0,338	-0,352
	3,75	0,986	-2,291	-3,277	0,125	-0,293	-0,418
	4,00	1,375	-0,122	-1,497	0,189	-0,017	-0,206
	4,25	1,982	0,053	-1,929	0,297	0,008	-0,290
	4,50	2,257	1,092	-1,165	0,366	0,177	-0,189
4,75	1,691	0,608	-1,084	0,298	0,107	-0,191	
5,00	1,563	0,715	-0,849	0,299	0,137	-0,162	
20	1,00	-27,643	-26,264	1,379	-0,601	-0,883	-0,282
	1,25	-24,067	-26,575	-2,508	-0,604	-0,896	-0,292
	1,50	-21,602	-26,265	-4,663	-0,616	-0,914	-0,298
	1,75	-20,639	-26,734	-6,096	-0,664	-0,985	-0,321
	2,00	-17,553	-24,067	-6,514	-0,626	-0,945	-0,319
	2,25	-16,357	-22,290	-5,933	-0,651	-0,947	-0,297
	2,50	-12,199	-18,097	-5,898	-0,532	-0,827	-0,295
	2,75	-10,591	-18,209	-7,618	-0,507	-0,899	-0,392
	3,00	-9,285	-17,271	-7,986	-0,486	-0,925	-0,438
	3,25	-7,329	-13,049	-5,720	-0,418	-0,755	-0,337
	3,50	-5,238	-11,929	-6,691	-0,325	-0,749	-0,423
	3,75	-4,083	-10,581	-6,498	-0,277	-0,723	-0,446
	4,00	-3,435	-6,899	-3,464	-0,254	-0,512	-0,258
	4,25	-1,962	-5,797	-3,835	-0,158	-0,467	-0,309
	4,50	-2,470	-4,875	-2,406	-0,217	-0,429	-0,212
4,75	-2,467	-4,364	-1,897	-0,237	-0,420	-0,183	
5,00	-1,462	-2,622	-1,161	-0,152	-0,273	-0,121	

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 62. Euro Stoxx 50: modelo base de la estrategia de pares vs. modelo con limitación de pérdidas**

Pares	Criterio de entrada	Resultado medio por periodo			Resultado medio por operación		
		Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia	Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia
5	1,00	12,7	1,0	-11,6	0,980	0,134	-0,846
	1,25	11,9	1,5	-10,3	1,064	0,197	-0,868
	1,50	11,6	0,9	-10,7	1,186	0,125	-1,062
	1,75	11,3	2,0	-9,3	1,296	0,274	-1,022
	2,00	11,9	4,1	-7,7	1,512	0,599	-0,913
	2,25	10,9	4,8	-6,1	1,565	0,760	-0,806
	2,50	10,5	6,5	-4,0	1,668	1,101	-0,567
	2,75	9,7	7,2	-2,5	1,710	1,307	-0,403
	3,00	10,5	8,3	-2,2	1,988	1,606	-0,382
	3,25	10,1	8,7	-1,5	2,109	1,829	-0,280
	3,50	9,4	8,9	-0,5	2,134	2,042	-0,092
	3,75	8,5	7,9	-0,6	2,103	1,973	-0,130
	4,00	6,9	6,7	-0,3	1,864	1,794	-0,070
	4,25	6,4	6,2	-0,2	1,905	1,841	-0,064
	4,50	5,8	5,5	-0,3	1,844	1,759	-0,086
	4,75	4,5	4,6	0,1	1,587	1,622	0,036
5,00	3,9	4,1	0,2	1,470	1,551	0,081	
10	1,00	22,0	2,2	-19,8	0,887	0,146	-0,741
	1,25	20,0	2,8	-17,2	0,935	0,182	-0,752
	1,50	19,2	3,3	-15,9	1,022	0,218	-0,805
	1,75	18,0	4,3	-13,7	1,080	0,298	-0,782
	2,00	18,8	6,9	-11,9	1,251	0,510	-0,741
	2,25	16,8	6,9	-9,9	1,263	0,556	-0,707
	2,50	16,5	9,7	-6,8	1,362	0,839	-0,523
	2,75	15,8	11,2	-4,6	1,442	1,045	-0,397
	3,00	15,9	11,8	-4,1	1,586	1,189	-0,397
	3,25	16,1	13,9	-2,3	1,747	1,513	-0,234
	3,50	14,6	14,2	-0,4	1,734	1,695	-0,039
	3,75	13,4	13,3	0,0	1,735	1,736	0,002
	4,00	11,3	11,5	0,2	1,615	1,649	0,034
	4,25	10,8	10,7	-0,1	1,690	1,683	-0,008
	4,50	10,3	10,4	0,2	1,750	1,780	0,030
	4,75	8,6	9,2	0,6	1,626	1,736	0,110
5,00	7,3	8,0	0,7	1,501	1,657	0,156	
20	1,00	49,5	7,2	-42,3	1,029	0,238	-0,791
	1,25	45,9	9,2	-36,6	1,104	0,301	-0,804
	1,50	42,9	9,3	-33,6	1,179	0,313	-0,866
	1,75	39,3	9,7	-29,5	1,221	0,348	-0,873
	2,00	36,9	11,2	-25,8	1,287	0,426	-0,861
	2,25	35,3	15,2	-20,1	1,373	0,626	-0,746
	2,50	33,5	18,6	-14,9	1,442	0,832	-0,610
	2,75	32,3	20,6	-11,7	1,534	1,000	-0,534
	3,00	32,9	22,1	-10,8	1,704	1,158	-0,546
	3,25	33,3	26,0	-7,3	1,878	1,476	-0,402
	3,50	30,0	26,1	-3,9	1,869	1,634	-0,236
	3,75	27,4	24,7	-2,7	1,874	1,694	-0,180
	4,00	25,4	22,6	-2,7	1,899	1,698	-0,201
	4,25	23,6	21,0	-2,6	1,953	1,741	-0,212
	4,50	21,8	19,5	-2,3	1,979	1,777	-0,202
	4,75	18,6	17,3	-1,3	1,874	1,745	-0,129
5,00	16,6	16,3	-0,3	1,838	1,807	-0,031	

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 63. Euro Stoxx 50: modelo base con costes de ejecución de la estrategia de pares vs. modelo con costes de ejecución y limitación de pérdidas**

Pares	Criterio de entrada	Resultado medio por periodo			Resultado medio por operación		
		Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia	Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia
5	1,00	-2,9	-8,1	-5,1	-0,228	-1,066	-0,838
	1,25	-1,6	-7,8	-6,2	-0,144	-1,004	-0,860
	1,50	-0,2	-8,1	-7,8	-0,023	-1,078	-1,054
	1,75	0,7	-6,7	-7,4	0,085	-0,930	-1,015
	2,00	2,4	-4,2	-6,5	0,301	-0,608	-0,908
	2,25	2,4	-2,9	-5,3	0,351	-0,451	-0,802
	2,50	2,9	-0,7	-3,5	0,454	-0,111	-0,565
	2,75	2,8	0,5	-2,3	0,495	0,094	-0,400
	3,00	4,1	2,0	-2,0	0,774	0,393	-0,381
	3,25	4,3	2,9	-1,4	0,895	0,617	-0,278
	3,50	4,0	3,6	-0,4	0,921	0,830	-0,091
	3,75	3,6	3,1	-0,5	0,891	0,762	-0,129
	4,00	2,4	2,2	-0,3	0,654	0,586	-0,069
	4,25	2,4	2,1	-0,2	0,697	0,633	-0,063
	4,50	2,0	1,7	-0,3	0,637	0,552	-0,085
4,75	1,1	1,2	0,1	0,379	0,416	0,037	
5,00	0,7	0,9	0,2	0,264	0,347	0,082	
10	1,00	-8,0	-15,8	-7,8	-0,323	-1,055	-0,732
	1,25	-5,9	-15,7	-9,8	-0,276	-1,020	-0,744
	1,50	-3,6	-14,8	-11,2	-0,189	-0,985	-0,796
	1,75	-2,2	-13,0	-10,8	-0,133	-0,907	-0,774
	2,00	0,6	-9,5	-10,0	0,037	-0,697	-0,734
	2,25	0,6	-8,1	-8,8	0,048	-0,655	-0,702
	2,50	1,8	-4,3	-6,1	0,146	-0,373	-0,519
	2,75	2,5	-1,8	-4,3	0,226	-0,167	-0,393
	3,00	3,7	-0,2	-3,9	0,370	-0,023	-0,393
	3,25	4,9	2,8	-2,2	0,532	0,301	-0,232
	3,50	4,4	4,0	-0,3	0,520	0,483	-0,036
	3,75	4,0	4,0	0,0	0,520	0,524	0,004
	4,00	2,8	3,1	0,3	0,403	0,439	0,037
	4,25	3,0	3,0	0,0	0,478	0,473	-0,006
	4,50	3,2	3,3	0,2	0,539	0,571	0,032
4,75	2,2	2,8	0,6	0,415	0,527	0,112	
5,00	1,4	2,2	0,8	0,290	0,448	0,158	
20	1,00	-8,7	-29,1	-20,4	-0,181	-0,964	-0,783
	1,25	-4,4	-27,6	-23,2	-0,106	-0,902	-0,795
	1,50	-1,2	-26,4	-25,2	-0,033	-0,891	-0,858
	1,75	0,2	-24,0	-24,3	0,008	-0,857	-0,865
	2,00	2,1	-20,5	-22,6	0,073	-0,781	-0,854
	2,25	4,0	-14,2	-18,2	0,157	-0,584	-0,741
	2,50	5,3	-8,5	-13,8	0,226	-0,380	-0,606
	2,75	6,7	-4,4	-11,1	0,318	-0,212	-0,530
	3,00	9,4	-1,0	-10,5	0,489	-0,054	-0,543
	3,25	11,8	4,6	-7,1	0,663	0,264	-0,399
	3,50	10,5	6,7	-3,8	0,655	0,421	-0,233
	3,75	9,6	7,0	-2,6	0,659	0,482	-0,177
	4,00	9,2	6,5	-2,7	0,686	0,487	-0,199
	4,25	8,9	6,4	-2,6	0,740	0,530	-0,210
	4,50	8,4	6,2	-2,2	0,766	0,566	-0,201
4,75	6,6	5,3	-1,3	0,661	0,534	-0,127	
5,00	5,6	5,4	-0,3	0,626	0,597	-0,029	

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 64. Stoxx Europe 50: modelo base de la estrategia de pares vs. modelo con limitación de pérdidas**

Pares	Criterio de entrada	Resultado medio por periodo			Resultado medio por operación		
		Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia	Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia
5	1,00	8,9	1,5	-7,4	0,204	0,040	-0,164
	1,25	8,3	2,2	-6,1	0,233	0,067	-0,166
	1,50	7,6	2,7	-4,9	0,352	0,136	-0,215
	1,75	7,2	2,5	-4,7	0,654	0,255	-0,399
	2,00	7,4	3,0	-4,3	1,049	0,502	-0,547
	2,25	6,3	2,0	-4,3	1,126	0,418	-0,709
	2,50	6,3	2,8	-3,5	1,271	0,652	-0,618
	2,75	5,5	3,4	-2,2	1,242	0,842	-0,400
	3,00	5,5	3,7	-1,8	1,340	1,001	-0,339
	3,25	5,4	4,3	-1,1	1,406	1,238	-0,168
	3,50	5,0	3,7	-1,3	1,389	1,156	-0,233
	3,75	4,9	3,9	-1,0	1,463	1,301	-0,162
	4,00	4,3	3,3	-1,0	1,382	1,216	-0,165
	4,25	4,4	3,4	-1,0	1,509	1,326	-0,183
	4,50	4,3	3,4	-0,9	1,541	1,389	-0,152
	4,75	4,1	2,9	-1,2	1,549	1,268	-0,281
5,00	3,9	2,6	-1,3	1,511	1,195	-0,316	
10	1,00	23,5	3,5	-20,0	0,418	0,079	-0,340
	1,25	22,5	5,5	-17,0	0,481	0,135	-0,347
	1,50	20,3	6,3	-14,0	0,650	0,228	-0,423
	1,75	19,1	6,3	-12,8	0,980	0,369	-0,612
	2,00	19,2	6,3	-12,9	1,309	0,484	-0,825
	2,25	17,5	6,2	-11,3	1,408	0,553	-0,856
	2,50	16,3	7,9	-8,5	1,486	0,775	-0,711
	2,75	14,5	8,4	-6,1	1,461	0,898	-0,563
	3,00	14,5	9,6	-5,0	1,589	1,104	-0,485
	3,25	13,6	9,6	-3,9	1,622	1,217	-0,405
	3,50	12,9	9,0	-3,9	1,667	1,222	-0,444
	3,75	12,9	9,0	-3,9	1,799	1,332	-0,467
	4,00	12,1	9,0	-3,1	1,838	1,450	-0,387
	4,25	11,6	9,0	-2,6	1,903	1,575	-0,328
	4,50	10,6	8,2	-2,4	1,894	1,563	-0,331
	4,75	9,5	7,0	-2,5	1,823	1,440	-0,383
5,00	8,5	6,1	-2,4	1,758	1,360	-0,398	
20	1,00	55,9	8,2	-47,7	0,687	0,136	-0,552
	1,25	52,5	11,5	-41,0	0,768	0,203	-0,565
	1,50	48,2	14,4	-33,8	0,963	0,336	-0,626
	1,75	45,1	16,4	-28,7	1,249	0,517	-0,731
	2,00	44,6	18,8	-25,8	1,505	0,702	-0,803
	2,25	40,4	20,2	-20,2	1,576	0,846	-0,729
	2,50	37,7	22,7	-15,1	1,648	1,044	-0,604
	2,75	35,3	24,5	-10,8	1,705	1,231	-0,474
	3,00	32,6	23,4	-9,2	1,738	1,287	-0,451
	3,25	30,9	23,0	-8,0	1,809	1,383	-0,426
	3,50	28,0	20,4	-7,6	1,786	1,337	-0,449
	3,75	26,9	19,0	-7,8	1,872	1,364	-0,508
	4,00	24,3	18,3	-6,1	1,853	1,432	-0,421
	4,25	21,8	16,0	-5,8	1,819	1,379	-0,440
	4,50	19,8	13,8	-5,9	1,805	1,304	-0,501
	4,75	17,7	12,0	-5,7	1,767	1,240	-0,527
5,00	15,8	10,6	-5,1	1,725	1,208	-0,517	

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 65. Stoxx Europe 50: modelo base con costes de ejecución de la estrategia de pares vs. modelo con costes de ejecución y limitación de pérdidas**

Pares	Criterio de entrada	Resultado medio por periodo			Resultado medio por operación		
		Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia	Modelo base	Modelo con limitación de pérdidas	Diferencia
5	1,00	-43,6	-43,5	0,2	-0,997	-1,160	-0,163
	1,25	-34,6	-37,3	-2,7	-0,969	-1,133	-0,164
	1,50	-18,4	-21,2	-2,7	-0,852	-1,064	-0,212
	1,75	-6,1	-9,3	-3,2	-0,552	-0,947	-0,395
	2,00	-1,1	-4,3	-3,1	-0,161	-0,702	-0,542
	2,25	-0,5	-3,9	-3,4	-0,086	-0,790	-0,704
	2,50	0,3	-2,4	-2,7	0,058	-0,558	-0,616
	2,75	0,1	-1,5	-1,6	0,027	-0,371	-0,398
	3,00	0,5	-0,8	-1,3	0,126	-0,213	-0,338
	3,25	0,7	0,1	-0,7	0,193	0,024	-0,169
	3,50	0,6	-0,2	-0,8	0,176	-0,059	-0,234
	3,75	0,8	0,3	-0,6	0,251	0,088	-0,163
	4,00	0,5	0,0	-0,5	0,170	0,004	-0,165
	4,25	0,9	0,3	-0,6	0,297	0,113	-0,184
	4,50	0,9	0,4	-0,5	0,330	0,178	-0,152
	4,75	0,9	0,1	-0,8	0,338	0,058	-0,281
5,00	0,8	0,0	-0,8	0,303	-0,014	-0,316	
10	1,00	-44,2	-50,6	-6,4	-0,785	-1,122	-0,337
	1,25	-33,7	-43,5	-9,8	-0,722	-1,066	-0,344
	1,50	-17,3	-26,9	-9,6	-0,555	-0,974	-0,419
	1,75	-4,4	-14,4	-9,9	-0,228	-0,834	-0,606
	2,00	1,4	-9,4	-10,8	0,098	-0,721	-0,819
	2,25	2,4	-7,4	-9,8	0,196	-0,655	-0,851
	2,50	3,0	-4,4	-7,4	0,273	-0,435	-0,708
	2,75	2,5	-2,9	-5,4	0,247	-0,313	-0,560
	3,00	3,4	-0,9	-4,4	0,376	-0,107	-0,482
	3,25	3,4	0,0	-3,4	0,408	0,005	-0,403
	3,50	3,5	0,1	-3,4	0,453	0,010	-0,443
	3,75	4,2	0,8	-3,4	0,586	0,120	-0,465
	4,00	4,1	1,5	-2,6	0,624	0,239	-0,385
	4,25	4,2	2,1	-2,1	0,691	0,364	-0,327
	4,50	3,8	1,9	-2,0	0,682	0,352	-0,329
	4,75	3,2	1,1	-2,1	0,612	0,230	-0,382
5,00	2,6	0,7	-2,0	0,549	0,152	-0,397	
20	1,00	-42,1	-64,3	-22,2	-0,518	-1,065	-0,547
	1,25	-29,9	-56,3	-26,4	-0,438	-0,998	-0,560
	1,50	-12,3	-37,1	-24,9	-0,245	-0,866	-0,621
	1,75	1,4	-21,8	-23,2	0,039	-0,686	-0,725
	2,00	8,7	-13,5	-22,2	0,293	-0,504	-0,797
	2,25	9,3	-8,6	-17,9	0,362	-0,361	-0,724
	2,50	9,9	-3,6	-13,5	0,434	-0,166	-0,600
	2,75	10,1	0,4	-9,8	0,490	0,020	-0,470
	3,00	9,8	1,4	-8,4	0,522	0,076	-0,447
	3,25	10,1	2,8	-7,3	0,593	0,171	-0,422
	3,50	8,9	1,9	-7,1	0,570	0,124	-0,446
	3,75	9,4	2,1	-7,3	0,657	0,152	-0,505
	4,00	8,4	2,8	-5,6	0,638	0,220	-0,418
	4,25	7,2	1,9	-5,3	0,605	0,167	-0,437
	4,50	6,5	1,0	-5,5	0,591	0,092	-0,499
	4,75	5,5	0,3	-5,3	0,553	0,028	-0,525
5,00	4,7	0,0	-4,7	0,512	-0,003	-0,515	

Fuente: elaboración propia

## 4.2. Fase 2. La extensión del modelo.

El incremento del número de operaciones que, tras divergir, no retornan a la media y generan pérdidas es una de las causas que ha reducido la estrategia de pares (Do y Faff, 2010). Las operaciones no convergentes están vinculadas a los riesgos del arbitrajista: (a) el riesgo fundamental porque los activos sustitutos no son idénticos; (b) el riesgo del inversor irracional (*noise trader risk*) que puede seguir invirtiendo de forma irracional impidiendo que se corrijan el error en precios (Barberis y Thaler, 2003). La estrategia que se va a proponer trata de descubrir el riesgo fundamental y su variación entre las acciones que constituyen el par, indicando que la situación teórica de arbitraje que se produce cuando se activan los criterios de entrada no es tal situación de arbitraje, sino que responde a un cambio fundamental en una de las dos empresas. El riesgo idiosincrásico ha sido señalado en trabajos anteriores como causa de divergencias permanentes en los precios relativos de dos acciones (Andrade et al., 2005).

### 4.2.1. Contrastación de la hipótesis número 3

**Hipótesis 3:** La introducción de forma individual de las variables (a) beneficio por acción de los próximos 12 meses (BPA), (b) valor contable por acción (VCPA), (c) precio objetivo (PO), (d) recomendación y (e) conocimiento de las empresas, representada por el número de estimaciones de cada valor, mejora los resultados del modelo base porque reflejan los cambios del riesgo idiosincrásico, anticipando la reversión y la no reversión a la media.

## a. IBEX 35

La muestra utilizada para esta prueba incluye los precios, BPA a 12 meses, VCPA a 12 meses, precio objetivo (PO), recomendación y número de estimaciones de 73 acciones desde el 1 de enero de 2002 hasta el 31 de mayo de 2015.

En primer lugar, se han recalculado los resultados para la estrategia base. La rentabilidad de la cartera no restringida es negativa para los supuestos de cinco y diez pares y no significativa desde el punto de vista estadístico. Estos resultados no son sorprendentes a tenor de los que se obtenían en el segundo periodo de la muestra completa (véase Anexo 10).

**Cuadro 66. Ibex 35. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida**

	Periodo 2003-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	-0,19%	-0,05%	0,05%	0,12%
Posición larga	0,43%	0,45%	0,50%	0,57%
Posición corta	-0,51%	-0,48%	-0,47%	-0,51%
Mediana	-0,25%	-0,12%	0,06%	-0,13%
Desviación típica	3,35%	3,00%	2,40%	2,22%
Coefficiente de asimetría	0,34	0,55	0,69	2,20
Curtosis	3,20	4,02	6,11	15,30
Mínimo	-7,88%	-6,80%	-6,17%	-5,78%
Máximo	9,32%	10,88%	10,72%	13,97%
t de Student	-0,48	-0,01	0,40	0,79
Número total de operaciones	1.025	2.018	3.855	9.056
Resultado medio por operación	-0,40%	-0,11%	0,13%	0,26%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	8,31%	8,80%	9,42%	10,36%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-11,53%	-12,08%	-12,10%	-12,72%
Duración media (número de sesiones)	61	61	63	64
Operaciones con rentabilidad<0	43,9%	42,7%	43,1%	43,7%
Rentabilidad mensual anualizada	-2,2%	-0,6%	0,6%	1,5%
Ratio de Sharpe	-0,06	-0,02	0,02	0,05

Fuente: elaboración propia.

En segundo lugar, se han calculado las rentabilidades para las carteras restringidas de más de diez acciones (véase Anexo 4). La cartera número 4 (Servicios financieros)

obtiene resultados positivos en todas las simulaciones realizadas y son estadísticamente significativos.

**Cuadro 67. Ibox 35. Modelo base: resumen de los resultados por carteras y criterio de entrada**

Pares	Criterio entrada	Rentabilidad mensual				t Student			
		1	2	3	4	1	2	3	4
<b>5</b>									
	1,00	-0,11%	-0,36%	0,11%	0,37%	-0,38	-1,03	0,56	2,07
	1,50	-0,20%	-0,19%	0,11%	0,46%	-0,62	-0,47	0,57	2,56
	2,00	-0,19%	-0,04%	0,06%	0,52%	-0,48	0,05	0,55	2,76
	2,50	-0,05%	-0,10%	0,28%	0,52%	0,02	-0,12	0,87	2,78
	3,00	-0,01%	-0,18%	0,32%	0,58%	0,17	-0,28	0,90	3,01
	3,50	0,10%	0,07%	0,59%	0,57%	0,55	0,45	1,28	2,49
	4,00	0,25%	0,23%	0,43%	0,49%	1,00	0,97	1,04	2,09
	4,50	0,44%	0,36%	0,02%	0,45%	1,52	1,40	0,64	2,09
	5,00	0,56%	0,44%	0,01%	0,58%	1,85	1,64	0,96	2,73
<b>10</b>									
	1,00	0,01%	-0,65%	0,07%	0,46%	0,21	-1,72	0,50	2,74
	1,50	-0,02%	-0,60%	0,11%	0,56%	0,10	-1,55	0,55	3,10
	2,00	-0,05%	-0,42%	0,14%	0,60%	-0,01	-1,12	0,63	3,35
	2,50	0,01%	-0,48%	0,38%	0,61%	0,24	-1,10	1,01	3,31
	3,00	0,00%	-0,55%	0,38%	0,64%	0,22	-1,06	1,00	3,46
	3,50	0,14%	-0,13%	0,49%	0,64%	0,70	-0,14	1,18	3,27
	4,00	0,22%	0,12%	0,56%	0,61%	0,92	0,61	1,17	3,10
	4,50	0,42%	0,11%	0,25%	0,70%	1,50	0,59	0,78	3,21
	5,00	0,49%	0,26%	0,14%	0,57%	1,77	1,07	0,85	2,82
<b>20</b>									
	1,00	0,06%	-0,42%	-0,03%	0,43%	0,46	-1,15	0,28	2,72
	1,50	0,04%	-0,38%	0,01%	0,51%	0,37	-1,00	0,36	3,15
	2,00	0,05%	-0,41%	0,11%	0,57%	0,40	-0,96	0,57	3,39
	2,50	0,10%	-0,23%	0,24%	0,61%	0,64	-0,43	0,79	3,37
	3,00	0,11%	-0,36%	0,23%	0,63%	0,64	-0,63	0,77	3,12
	3,50	0,23%	-0,12%	0,32%	0,62%	1,19	-0,08	0,91	2,94
	4,00	0,30%	0,17%	0,40%	0,63%	1,41	0,75	0,97	2,32
	4,50	0,46%	0,20%	0,15%	0,67%	1,95	0,88	0,72	2,26
	5,00	0,52%	0,21%	0,33%	0,76%	2,22	0,88	0,93	2,95

Fuente: elaboración propia.

La cartera número 4, compuesta por 13 empresas pertenecientes a la industria servicios financieros, obtiene en el caso base (2 desviaciones típicas) una rentabilidad del 0,52% mensual (6,4% anual) acumulado para la cartera de 5 pares, del 0,60% (7,4% anual) para la de diez y del 0,57% (7,1%) para la de veinte, siendo estas cifras estadísticamente representativas. El resultado medio por operación es 2,21%, 2,89% y 3,39%, para las carteras de cinco, diez y veinte pares, respectivamente. La duración media de las operaciones es de entre 64 a 68 sesiones. A la rentabilidad media total, la posición

larga aporta un 0,56% mientras que la posición corta solamente detrae un 0,09% en la cartera de cinco acciones. Esta composición de la rentabilidad de la estrategia difiere de la de artículos previos donde la cartera vendida generaba una importante parte de la rentabilidad total (Gatev et al., 2006).

**Cuadro 68. Ibex 35. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera restringida número 4**

	Periodo 2003-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,52%	0,60%	0,57%	0,42%
Posición larga	0,56%	0,63%	0,58%	0,50%
Posición corta	-0,09%	-0,06%	-0,02%	-0,14%
Mediana	0,52%	0,50%	0,68%	0,38%
Desviación típica	2,37%	2,24%	2,11%	2,93%
Coefficiente de asimetría	0,68	0,89	0,56	0,89
Curtosis	7,02	5,97	5,69	7,93
Mínimo	-7,35%	-5,08%	-6,24%	-9,01%
Máximo	12,09%	10,46%	9,65%	14,02%
t de Student	2,76	3,35	3,39	1,90
Número total de operaciones	836	1.573	2.904	4.925
Resultado medio por operación	2,21%	2,89%	3,06%	1,91%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	9,54%	10,59%	11,69%	13,42%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,14%	-9,40%	-10,32%	-13,97%
Duración media (número de sesiones)	64	66	68	74
Operaciones con rentabilidad<0	39,2%	38,5%	39,2%	42,0%
Rentabilidad mensual anualizada	6,4%	7,4%	7,1%	5,2%
Ratio de Sharpe	0,22	0,27	0,27	0,14

Fuente: elaboración propia.

En tercer lugar, se ha calculado la rentabilidad de la estrategia incluyendo las variables fundamentales. Las operaciones de la estrategia base se filtrarán para comprobar que el día de entrada en la operación no se sobrepasaban los límites en las relaciones entre BPA a 12 meses, VCPA, precio objetivo, recomendación y número de analistas. En caso de la relación entre la variable fundamental de las dos empresas muestre una desviación sobre la media de la relación en el periodo de formación y el número que se determine de desviaciones típicas, la operación no se ejecutará. En los cálculos se han utilizado simulaciones de 1, 1,25, 1,5, 1,75 y 2 desviaciones típicas sobre la media como límites para no ejecutar la operación.

El impacto de aplicar la estrategia propuesta a la cartera no restringida de 20 pares es positivo utilizando BPA, VCPA y PO y número de estimaciones y negativo utilizando el criterio de recomendación. Aunque los resultados no son estadísticamente significativos, se cumple el objetivo de reducir el número de operaciones con pérdidas e incrementar la rentabilidad de la estrategia de *pairs trading*.

**Cuadro 69. Ibex 35. Cartera no restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,05%	0,30%	0,22%	0,21%	-0,19%	0,12%
Posición larga	0,50%	0,52%	0,54%	0,51%	0,49%	0,51%
Posición corta	-0,47%	-0,32%	-0,41%	-0,38%	-0,57%	-0,44%
Mediana	0,06%	0,19%	0,06%	-0,04%	-0,16%	0,07%
Desviación típica	2,40%	2,65%	2,48%	2,39%	2,97%	2,36%
Coefficiente de asimetría	0,69	1,86	0,93	0,65	0,70	0,71
Curtosis	6,11	14,15	7,35	4,63	5,96	4,97
Mínimo	-6,17%	-7,08%	-6,66%	-5,65%	-8,21%	-5,22%
Máximo	10,72%	17,17%	12,14%	9,85%	13,51%	10,04%
t de Student	0,40	1,51	1,20	1,21	-0,58	0,75
Número total de operaciones	3.855	2.398	2.611	2.346	2.780	2.896
Resultado medio por operación	0,13%	1,02%	0,72%	0,70%	-0,59%	0,24%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	9,42%	9,53%	9,42%	9,25%	9,32%	9,31%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-12,10%	-11,88%	-11,69%	-11,66%	-12,34%	-12,48%
Duración media (número de sesiones)	63	61	63	61	66	63
Operaciones con rentabilidad<0	43,1%	39,7%	41,2%	40,9%	45,8%	41,6%
Rentabilidad mensual anualizada	0,6%	3,7%	2,7%	2,6%	-2,2%	1,5%
Ratio de Sharpe	0,02	0,11	0,09	0,09	-0,06	0,05
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,25%	0,17%	0,16%	-0,24%	0,07%
Número total de operaciones		-37,8%	-32,3%	-39,1%	-27,9%	-24,9%
Número de operaciones con beneficios		-34,1%	-30,0%	-36,7%	-31,2%	-22,9%
Número de operaciones con pérdidas		-42,7%	-35,3%	-42,3%	-23,5%	-27,5%
Resultado medio por operación		0,88%	0,59%	0,57%	-0,73%	0,10%

Fuente: elaboración propia.

El resultado de implantar el modelo propuesto en la cartera restringida número 4 con veinte pares es positivo y estadísticamente significativo utilizando las variables BPA, VCPA, PO y número de estimaciones. El impacto en la rentabilidad mensual es de 18 puntos básicos, 9 puntos básicos, 16 puntos básicos y 2 puntos básicos para cada variable, respectivamente. En total, la rentabilidad mensual se sitúa en 0,76% (9,45% anual), 0,66% (8,24%), 0,74% (9,22%) y 0,59% (7,23%) para el modelo que utiliza el BPA, el VCPA, el PO y número de estimaciones, respectivamente, frente al 0,57%

(7,11%) que conseguía la cartera número 4 sin incluir las variables fundamentales. El resultado medio por operación se incrementa hasta el 4,11%, 3,33%, 4,00% y 3,29% en la simulación utilizando cada una de las tres variables. Nuevamente, la reducción del porcentaje de las operaciones con pérdidas, desde el 39,2% en el modelo base hasta el 33,3% utilizando la variable BPA es determinante de los resultados.

**Cuadro 70. Ibex 35. Cartera restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,57%	0,76%	0,66%	0,74%	0,50%	0,59%
Posición larga	0,58%	0,65%	0,66%	0,70%	0,59%	0,59%
Posición corta	0,02%	-0,36%	-0,01%	-0,13%	0,16%	0,00%
Mediana	0,68%	0,56%	0,48%	0,67%	0,39%	0,29%
Desviación típica	2,11%	2,50%	2,36%	2,33%	2,48%	2,40%
Coefficiente de asimetría	0,56	1,61	0,71	0,02	0,99	1,77
Curtosis	5,69	10,59	5,03	4,50	6,87	11,64
Mínimo	-6,24%	-5,98%	-6,45%	-8,04%	-5,57%	-4,76%
Máximo	9,65%	15,35%	9,37%	8,53%	12,25%	14,99%
t de Student	3,39	3,77	3,50	3,94	2,58	3,09
Número total de operaciones	2.904	924	2.076	941	1.234	1.254
Resultado medio por operación	3,06%	4,12%	3,32%	3,98%	2,38%	3,29%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	11,69%	10,48%	11,65%	10,61%	10,26%	10,56%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-10,32%	-8,61%	-9,32%	-8,47%	-9,46%	-9,27%
Duración media (número de sesiones)	68	63	68	62	67	64
Operaciones con rentabilidad<0	39,2%	33,3%	39,7%	34,8%	40,0%	36,7%
Rentabilidad mensual anualizada	7,1%	9,4%	8,2%	9,2%	6,2%	7,3%
Ratio de Sharpe	0,27	0,30	0,28	0,32	0,20	0,25
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,18%	0,09%	0,16%	-0,07%	0,02%
Número total de operaciones		-68,2%	-28,5%	-67,6%	-57,5%	-56,8%
Número de operaciones con beneficios		-65,1%	-29,1%	-65,2%	-58,0%	-55,0%
Número de operaciones con pérdidas		-72,9%	-27,6%	-71,3%	-56,7%	-59,6%
Resultado medio por operación		1,05%	0,26%	0,92%	-0,68%	0,22%

Fuente: elaboración propia.

La variable fundamental BPA a 12 meses es la variable que mejor determina el riesgo fundamental acorde a los resultados que se han obtenido. Utilizando el criterio de no ejecutar las operaciones cuando la desviación de la ratio de los BPA a 12 meses de las dos acciones supera la media más una vez la desviación típica (el modelo más agresivo), el número de operaciones ejecutadas desciende un 68,2%, hasta 924, el número de operaciones con pérdidas se reduce hasta el 33%, el resultado medio por operación

se incrementa hasta 4,12% (+105 puntos básicos) y la rentabilidad mensual media aumenta 18 puntos básicos hasta 0,76%.

Se ha realizado un análisis de sensibilidad teniendo en cuenta, en primer lugar, las desviaciones típicas utilizadas en el criterio de entrada del modelo básico y, en segundo lugar, las desviaciones típicas tenidas en cuenta en criterio de la ratio fundamental BPA a 12 meses. Se incluyen los resultados en el cuadro 71. Todos ellos son estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95%. Están remarcados la rentabilidad más elevada para cada criterio de entrada y la más alta entre todas las simulaciones.

**Cuadro 71. Ibex 35. Rentabilidad mensual de la cartera número 4: análisis de sensibilidad (BPA)**

Pares	Criterio entrada	Desviación ratio BPA					Modelo base	Diferencia vs. max.
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00		
5	1,00	0,60%	0,56%	0,52%	0,46%	0,41%	0,37%	0,24%
	1,50	0,72%	0,63%	0,60%	0,55%	0,52%	0,46%	0,26%
	2,00	0,76%	0,72%	0,66%	0,61%	0,59%	0,52%	0,24%
	2,50	0,77%	0,78%	0,74%	0,75%	0,74%	0,52%	0,26%
	3,00	0,77%	0,78%	0,68%	0,72%	0,76%	0,58%	0,20%
	3,50	0,76%	0,75%	0,63%	0,60%	0,62%	0,57%	0,19%
	4,00	0,71%	0,71%	0,70%	0,76%	0,76%	0,49%	0,27%
	4,50	0,79%	0,79%	0,77%	0,79%	0,80%	0,45%	0,35%
	5,00	0,75%	0,77%	0,78%	0,79%	0,81%	0,58%	0,23%
10	1,00	0,66%	0,61%	0,58%	0,53%	0,48%	0,46%	0,19%
	1,50	0,74%	0,68%	0,64%	0,62%	0,59%	0,56%	0,19%
	2,00	0,82%	0,77%	0,75%	0,73%	0,70%	0,60%	0,22%
	2,50	0,81%	0,81%	0,78%	0,80%	0,75%	0,61%	0,20%
	3,00	0,87%	0,91%	0,83%	0,84%	0,83%	0,64%	0,27%
	3,50	0,78%	0,84%	0,73%	0,70%	0,67%	0,64%	0,20%
	4,00	0,92%	0,91%	0,91%	0,92%	0,93%	0,61%	0,32%
	4,50	0,95%	0,93%	0,91%	0,90%	0,91%	0,70%	0,25%
	5,00	0,86%	0,88%	0,88%	0,89%	0,88%	0,57%	0,33%
20	1,00	0,62%	0,58%	0,56%	0,52%	0,48%	0,43%	0,19%
	1,50	0,69%	0,65%	0,61%	0,59%	0,57%	0,51%	0,18%
	2,00	0,76%	0,73%	0,71%	0,69%	0,66%	0,57%	0,18%
	2,50	0,71%	0,72%	0,71%	0,74%	0,70%	0,61%	0,13%
	3,00	0,84%	0,86%	0,81%	0,83%	0,80%	0,63%	0,23%
	3,50	0,74%	0,82%	0,73%	0,71%	0,67%	0,62%	0,20%
	4,00	0,82%	0,82%	0,83%	0,86%	0,87%	0,63%	0,23%
	4,50	0,82%	0,80%	0,79%	0,78%	0,80%	0,67%	0,15%
	5,00	0,76%	0,77%	0,77%	0,77%	0,77%	0,76%	0,01%

Fuente: elaboración propia.

La variable precio objetivo (PO) es la que produce el segundo mayor incremento en la rentabilidad de la estrategia de pares. El número de operaciones ejecutadas se reduce un 67,8%, hasta 941, con una reducción del porcentaje de las operaciones con pérdidas, hasta el 35%. El resultado por operación se amplía 91 puntos básicos, hasta el 4,0%. El análisis de sensibilidad realizado, igual que el expuesto previamente con la variable BPA, se incluye en el cuadro 72. Todos ellos son estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95%. Están remarcados la rentabilidad más elevada para cada criterio de entrada y la más alta entre todas las simulaciones.

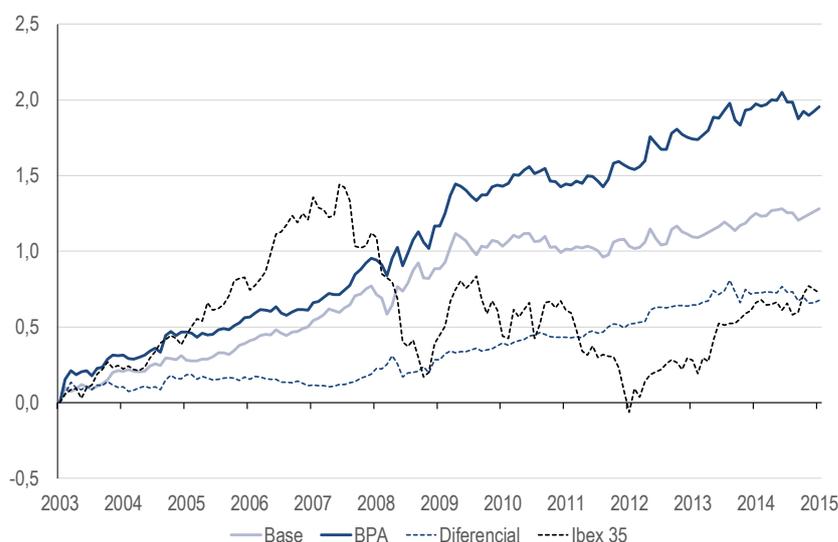
**Cuadro 72. Ibex 35. Rentabilidad mensual de la cartera número 4: análisis de sensibilidad (PO)**

Pares	Criterio entrada	Desviación ratio PO					Modelo base	Diferencia vs. max.
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00		
<b>5</b>								
	1,00	0,60%	0,62%	0,66%	0,65%	0,65%	0,37%	0,30%
	1,50	0,54%	0,56%	0,60%	0,58%	0,52%	0,46%	0,14%
	2,00	0,60%	0,62%	0,65%	0,63%	0,61%	0,52%	0,13%
	2,50	0,65%	0,67%	0,69%	0,68%	0,66%	0,52%	0,16%
	3,00	0,47%	0,53%	0,68%	0,65%	0,67%	0,58%	0,10%
	3,50	0,62%	0,64%	0,65%	0,63%	0,64%	0,57%	0,08%
	4,00	0,41%	0,45%	0,56%	0,58%	0,60%	0,49%	0,11%
	4,50	0,67%	0,53%	0,57%	0,54%	0,60%	0,45%	0,22%
	5,00	0,75%	0,79%	0,78%	0,75%	0,69%	0,58%	0,20%
<b>10</b>								
	1,00	0,74%	0,76%	0,77%	0,76%	0,74%	0,46%	0,31%
	1,50	0,63%	0,63%	0,62%	0,60%	0,55%	0,56%	0,08%
	2,00	0,66%	0,67%	0,67%	0,64%	0,62%	0,60%	0,07%
	2,50	0,75%	0,75%	0,75%	0,74%	0,70%	0,61%	0,14%
	3,00	0,69%	0,71%	0,74%	0,71%	0,69%	0,64%	0,10%
	3,50	0,73%	0,75%	0,75%	0,76%	0,73%	0,64%	0,12%
	4,00	0,74%	0,80%	0,85%	0,78%	0,77%	0,61%	0,24%
	4,50	0,85%	0,77%	0,78%	0,81%	0,82%	0,70%	0,15%
	5,00	0,81%	0,89%	0,91%	0,93%	0,90%	0,57%	0,37%
<b>20</b>								
	1,00	0,71%	0,71%	0,71%	0,70%	0,68%	0,43%	0,28%
	1,50	0,62%	0,62%	0,61%	0,59%	0,55%	0,51%	0,11%
	2,00	0,66%	0,66%	0,65%	0,63%	0,61%	0,57%	0,08%
	2,50	0,74%	0,74%	0,73%	0,72%	0,68%	0,61%	0,13%
	3,00	0,68%	0,70%	0,71%	0,68%	0,67%	0,63%	0,09%
	3,50	0,68%	0,70%	0,71%	0,73%	0,71%	0,62%	0,11%
	4,00	0,72%	0,77%	0,79%	0,73%	0,73%	0,63%	0,15%
	4,50	0,82%	0,73%	0,71%	0,74%	0,75%	0,67%	0,15%
	5,00	0,67%	0,71%	0,72%	0,72%	0,69%	0,76%	-0,04%

Fuente: elaboración propia

La estrategia de *pairs trading* básica ha generado usando la cartera restringida número 4 una rentabilidad acumulada en el periodo 2002-2015 del 128%. La estrategia de pares propuesta, utilizando la variable BPA a 12 meses, ha producido sobre la misma cartera un 195%. Estas cifras implican un diferencial acumulado de 67 puntos porcentuales. El diferencial no es producido por una operación concreta ni en un momento temporal específico, sino que se observa una paulatina generación del mismo a lo largo de todo el periodo durante el que se implanta la estrategia. La evolución de la rentabilidad acumulada para ambas estrategias y su diferencial se muestra en el cuadro 73.

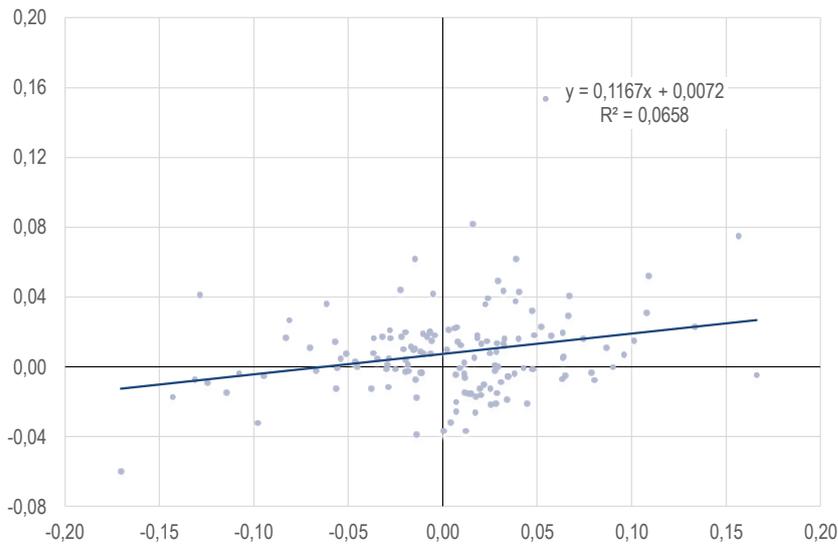
**Cuadro 73. Ibex 35. Cartera restringida: rentabilidad acumulada (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

La rentabilidad de ambas carteras se deriva en un bajo porcentaje del factor riesgo de mercado. Los resultados de la regresión lineal entre los retornos mensual del Ibex 35 y los de la cartera gestionada con el modelo propuesto presentan un coeficiente de correlación múltiple de 0,25, un coeficiente de determinación de 0,067 y los coeficientes son estadísticamente significativos.

**Cuadro 74. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Ibex 35 y los retornos de la estrategia de pares propuesta.**



Fuente: elaboración propia.

Se ha analizado asimismo la evolución del coeficiente de correlación múltiple y del coeficiente de determinación en el tiempo, calculando los mismos teniendo en cuenta los datos mensuales de un año (véase cuadro 75).

**Cuadro 75. Cartera restringida e Ibex 35: correlación anual (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

## b. Euro Stoxx 50

La muestra utilizada para implantar la estrategia de *pairs trading* propuesta en esta tesis incluye los datos de 75 acciones que son, o han sido, miembros del índice Euro Stoxx 50. Las series de precios, BPA a 12 meses, VCPA, PO, recomendación y número de estimaciones se inician el 2 de enero de 2002 y finalizan el 31 de mayo de 2015. Se han seguido los mismos pasos que con el Ibex 35.

La estrategia de *pairs trading* básica aplicada a la cartera no restringida ofrece resultados positivos y estadísticamente significativos. Después de costes de ejecución, la rentabilidad también sería positiva, a excepción de en la cartera de cinco pares que obtiene un resultado por operación de 1,06%, inferior a los 120 puntos básicos de costes que se han asumido en este estudio.

**Cuadro 76. Euro Stoxx 50. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida**

	Periodo 2003-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,31%	0,35%	0,37%	0,36%
Posición larga	0,44%	0,52%	0,55%	0,56%
Posición corta	-0,19%	-0,26%	-0,29%	-0,31%
Mediana	0,34%	0,33%	0,27%	0,18%
Desviación típica	2,02%	1,66%	1,56%	1,46%
Coefficiente de asimetría	0,70	0,31	1,09	2,11
Curtosis	6,62	4,34	7,69	14,76
Mínimo	-6,08%	-4,08%	-3,24%	-2,63%
Máximo	9,00%	7,06%	8,46%	9,97%
t de Student	1,98	2,61	2,90	3,08
Número total de operaciones	1.074	2.101	4.021	9.518
Resultado medio por operación	1,06%	1,26%	1,28%	1,30%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	6,64%	7,30%	7,68%	8,36%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-8,97%	-8,87%	-9,01%	-9,46%
Duración media (número de sesiones)	58	59	60	62
Operaciones con rentabilidad<0	35,9%	37,5%	38,5%	39,8%
Rentabilidad mensual anualizada	3,8%	4,3%	4,5%	4,5%
Ratio de Sharpe	0,15	0,21	0,23	0,25

Fuente: elaboración propia

La implantación de la estrategia en carteras restringidas produce una rentabilidad superior a la de la cartera no restringida: realizando una clasificación de las 14 carteras por rentabilidad en todas las simulaciones (por criterio de entrada y por número de pares) la cartera no restringida se sitúa en el puesto 13. Se han seleccionado las carteras número 4 (Productos industriales), número 6 (Servicios financieros) y número 7 (Servicios financieros-estilo valor) para mostrar el impacto de la estrategia propuesta porque son las carteras con mayor rentabilidad. Los resultados de la estrategia básica para estas carteras se incluyen en el cuadro 77.

**Cuadro 77. Euro Stoxx 50. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida y las carteras restringidas con mayor rentabilidad (20 pares y 2 desviaciones típicas)**

Número de cartera	Período 2003-2015			
	1	4	6	7
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,37%	0,45%	0,60%	0,65%
Posición larga	0,55%	0,70%	0,58%	0,62%
Posición corta	-0,29%	-0,42%	0,04%	0,06%
Mediana	0,27%	0,20%	0,40%	0,43%
Desviación típica	1,56%	2,39%	2,18%	2,23%
Coefficiente de asimetría	1,09	0,97	1,44	1,76
Curtosis	7,69	5,00	13,21	12,27
Mínimo	-3,24%	-3,95%	-8,64%	-6,56%
Máximo	8,46%	10,24%	12,42%	13,95%
t de Student	2,90	2,39	3,42	3,61
Número total de operaciones	4.021	2.789	3.250	2.887
Resultado medio por operación	1,28%	1,76%	2,51%	2,84%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	7,68%	11,04%	9,33%	9,84%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,01%	-10,71%	-8,79%	-9,22%
Duración media (número de sesiones)	60	75	65	68
Operaciones con rentabilidad<0	38,5%	42,7%	37,7%	36,9%
Rentabilidad mensual anualizada	4,5%	5,5%	7,4%	8,0%
Ratio de Sharpe	0,23	0,19	0,27	0,29

Fuente: elaboración propia.

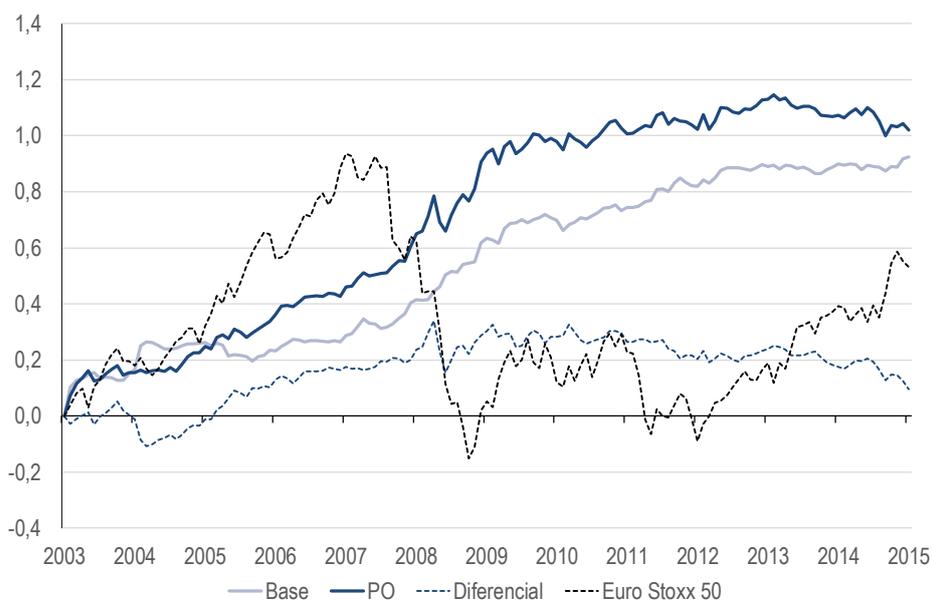
La estrategia propuesta incrementa la rentabilidad de la estrategia básica aplicada en la cartera no restringida del Euro Stoxx 50 utilizando BPA, VCPA, PO y recomendación. El criterio número de estimaciones no incrementa el retorno. La utilización de la variable PO es la que mayor aumento produce: 12 puntos básicos en la rentabilidad media y 55 puntos básicos en el resultado medio por operación (hasta 1,83%).

**Cuadro 78. Euro Stoxx 50. Cartera no restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,37%	0,44%	0,42%	0,49%	0,38%	0,33%
Posición larga	0,55%	0,57%	0,57%	0,67%	0,54%	0,52%
Posición corta	-0,29%	-0,23%	-0,26%	-0,32%	-0,26%	-0,28%
Mediana	0,27%	0,39%	0,26%	0,41%	0,29%	0,33%
Desviación típica	1,56%	1,93%	1,85%	1,65%	1,57%	1,53%
Coefficiente de asimetría	1,09	2,40	2,88	0,40	0,68	0,51
Curtosis	7,69	19,13	21,99	5,24	4,97	4,75
Mínimo	-3,24%	-3,72%	-3,59%	-5,17%	-3,28%	-3,34%
Máximo	8,46%	14,15%	14,02%	7,34%	6,98%	6,59%
t de Student	2,90	2,85	2,81	3,66	3,01	2,70
Número total de operaciones	4.021	2.422	2.618	2.366	2.816	3.120
Resultado medio por operación	1,28%	1,65%	1,43%	1,83%	1,45%	1,17%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	7,68%	7,64%	7,77%	7,63%	7,62%	7,61%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,01%	-8,56%	-8,70%	-8,77%	-9,18%	-9,35%
Duración media (número de sesiones)	60	60	61	58	60	61
Operaciones con rentabilidad<0	38,5%	37,0%	38,5%	35,4%	36,8%	37,9%
Rentabilidad mensual anualizada	4,5%	5,4%	5,1%	6,0%	4,7%	4,1%
Ratio de Sharpe	0,23	0,23	0,23	0,30	0,24	0,22
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,07%	0,05%	0,12%	0,02%	-0,03%
Número total de operaciones		-39,8%	-34,9%	-41,2%	-30,0%	-22,4%
Número de operaciones con beneficios		-38,3%	-34,9%	-38,2%	-28,0%	-21,7%
Número de operaciones con pérdidas		-42,2%	-34,9%	-45,9%	-33,1%	-23,5%
Resultado medio por operación		0,38%	0,15%	0,55%	0,17%	-0,11%

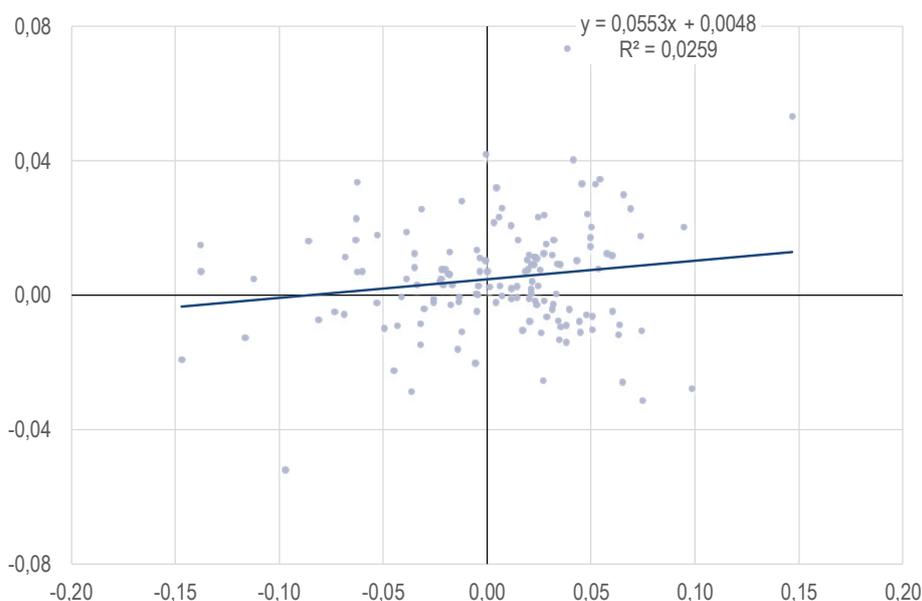
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 79. Euro Stoxx 50. Cartera no restringida (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 80. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Euro Stoxx 50 y los de la estrategia de pares propuesta.**



Fuente: elaboración propia.

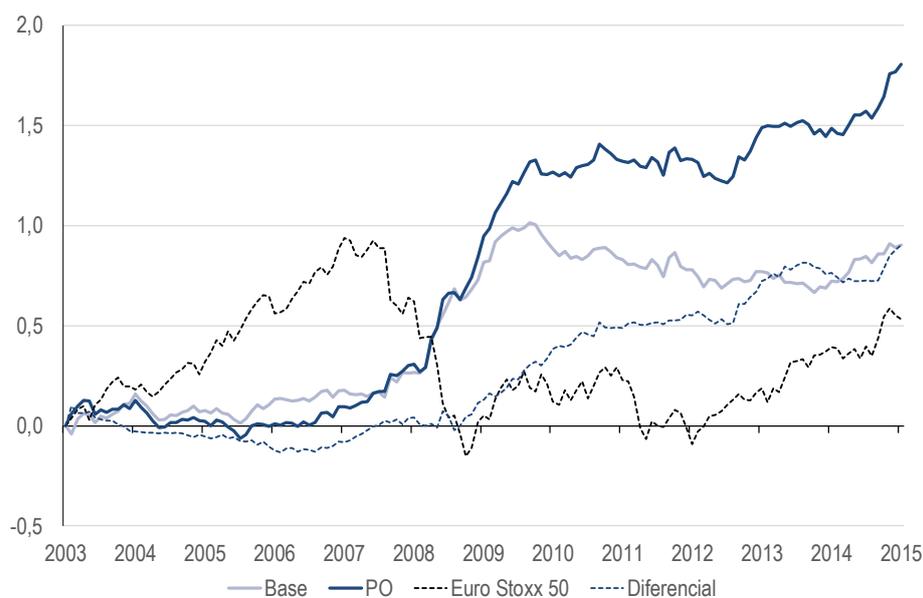
La estrategia propuesta incrementa la rentabilidad de la cartera 4 utilizando tres variables fundamentales: BPA, PO y recomendación. La aplicación de la variable precio objetivo, que es la variable que mayor impacto tiene en la estrategia de *pairs trading* en esta cartera, incrementa la rentabilidad de la estrategia 27 puntos básicos, hasta 0,72% mensual (9,0% anual) desde 0,45% (5,5% anual). La utilización de la variable BPA aumenta la rentabilidad 18 puntos básicos al mes, elevando la rentabilidad hasta el 0,63% mensual (7,8% anual). En ambos casos la variable crítica es la reducción en el número de operaciones con pérdidas, que pasa de representar un 42,7% en la estrategia básica hasta el 39,6% y 39,3% para cada una de las dos variables mencionadas, respectivamente. Los resultados son estadísticamente significativos (véase cuadro 81).

**Cuadro 81. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 4 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,45%	0,63%	0,34%	0,72%	0,47%	0,40%
Posición larga	0,70%	0,74%	0,66%	0,82%	0,71%	0,69%
Posición corta	0,42%	0,24%	0,46%	0,25%	0,42%	0,46%
Mediana	0,20%	0,36%	-0,06%	0,45%	0,06%	0,29%
Desviación típica	2,39%	2,63%	3,03%	2,49%	2,70%	2,91%
Coefficiente de asimetría	0,97	1,14	1,21	0,84	1,11	0,11
Curtosis	5,00	5,65	6,87	5,20	5,46	6,36
Mínimo	-3,95%	-6,33%	-8,64%	-6,18%	-5,65%	-12,65%
Máximo	10,24%	10,55%	14,48%	10,97%	11,03%	11,27%
t de Student	2,39	3,03	1,54	3,62	2,23	1,80
Número total de operaciones	2.789	1.333	1.680	1.149	1.921	2.194
Resultado medio por operación	1,76%	2,34%	0,63%	2,50%	1,95%	1,67%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	11,04%	10,28%	10,53%	10,17%	11,38%	10,95%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-10,71%	-9,93%	-11,18%	-9,20%	-11,02%	-10,65%
Duración media (número de sesiones)	75	72	77	66	76	76
Operaciones con rentabilidad<0	42,7%	39,3%	45,6%	39,6%	42,1%	42,9%
Rentabilidad mensual anualizada	5,5%	7,8%	4,2%	9,0%	5,7%	4,8%
Ratio de Sharpe	0,19	0,24	0,11	0,29	0,17	0,14
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,18%	-0,10%	0,27%	0,02%	-0,05%
Número total de operaciones		-52,2%	-39,8%	-58,8%	-31,1%	-21,3%
Número de operaciones con beneficios		-49,3%	-42,8%	-56,5%	-30,4%	-21,6%
Número de operaciones con pérdidas		-56,0%	-35,7%	-61,8%	-32,1%	-21,0%
Resultado medio por operación		0,58%	-1,13%	0,74%	0,19%	-0,09%

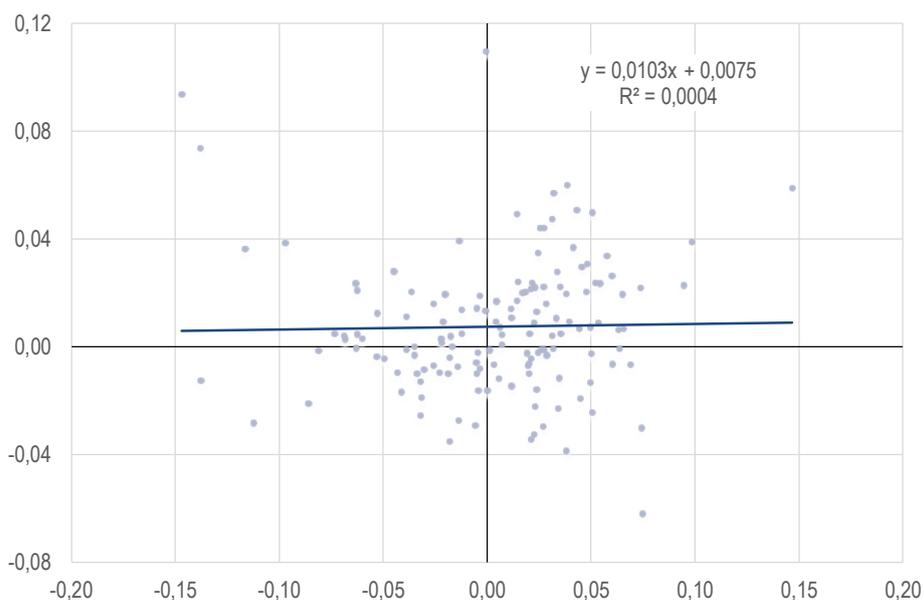
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 82. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 4 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 83. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Euro Stoxx 50 y los de la estrategia de pares propuesta.**



Fuente: elaboración propia.

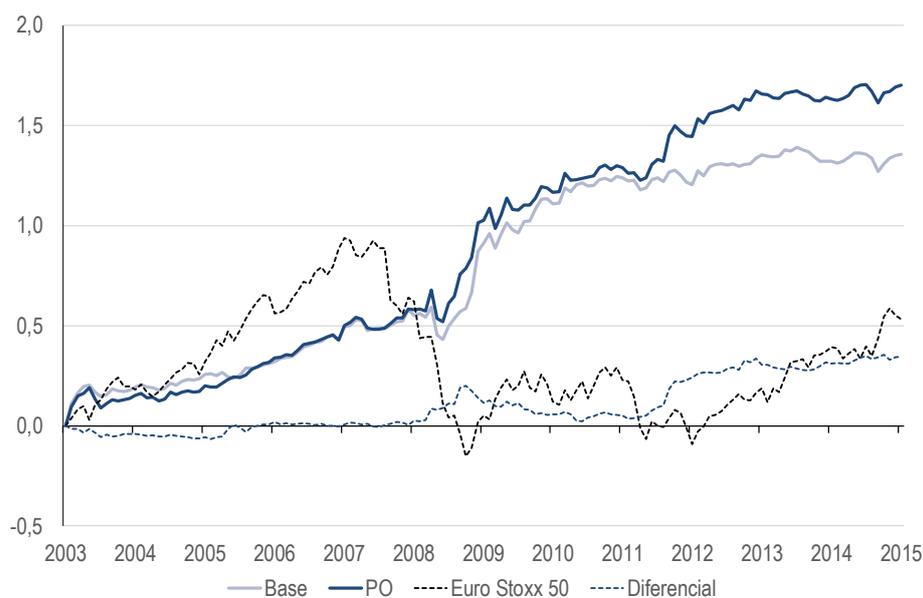
La utilización de las variables BPA, VCPA y PO incrementan la rentabilidad media de la cartera número 6, siendo la variable PO la que aporta un mayor aumento de la misma. El impacto de la variable PO es de 10 puntos básicos en la rentabilidad, hasta el 0,69% mensual (8,6% anual) y de 45 puntos básicos en el resultado por operación, hasta el 2,96%. Las operaciones con beneficios tienen un resultado del 9,25% y las operaciones con pérdidas del -8,66%, siendo crucial, como en los ejemplos que hemos mostrado previamente, el descenso del número de operaciones con pérdida, cuyo porcentaje sobre el total se reduce hasta el 35,1% frente al 37,7% en el modelo básico (véase cuadro 84).

**Cuadro 84. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 6 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,60%	0,61%	0,66%	0,69%	0,58%	0,58%
Posición larga	0,58%	0,57%	0,59%	0,76%	0,57%	0,55%
Posición corta	-0,04%	-0,09%	-0,20%	0,17%	-0,03%	-0,07%
Mediana	0,40%	0,44%	0,39%	0,43%	0,43%	0,39%
Desviación típica	2,18%	2,33%	2,51%	2,24%	2,18%	2,18%
Coefficiente de asimetría	1,44	1,01	4,08	0,62	0,87	0,96
Curtosis	13,21	9,04	33,78	7,74	8,83	11,02
Mínimo	-8,64%	-7,44%	-7,20%	-8,47%	-7,90%	-9,06%
Máximo	12,42%	11,97%	20,81%	9,69%	11,31%	11,40%
t de Student	3,42	3,27	3,31	3,85	3,33	3,30
Número total de operaciones	3.250	1.841	2.066	1.774	2.270	2.446
Resultado medio por operación	2,51%	2,63%	2,76%	2,96%	2,24%	2,58%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	9,33%	9,43%	9,14%	9,25%	9,02%	9,38%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-8,79%	-9,15%	-8,63%	-8,66%	-9,02%	-9,00%
Duración media (número de sesiones)	65	63	64	61	65	66
Operaciones con rentabilidad<0	37,7%	36,6%	35,9%	35,1%	37,6%	37,0%
Rentabilidad mensual anualizada	7,4%	7,5%	8,3%	8,6%	7,2%	7,1%
Ratio de Sharpe	0,27	0,26	0,26	0,31	0,27	0,26
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,01%	0,07%	0,10%	-0,01%	-0,02%
Número total de operaciones		-43,4%	-36,4%	-45,4%	-30,2%	-24,7%
Número de operaciones con beneficios		-42,4%	-34,6%	-43,2%	-30,0%	-23,9%
Número de operaciones con pérdidas		-45,0%	-39,5%	-49,1%	-30,4%	-26,1%
Resultado medio por operación		0,12%	0,25%	0,45%	-0,27%	0,07%

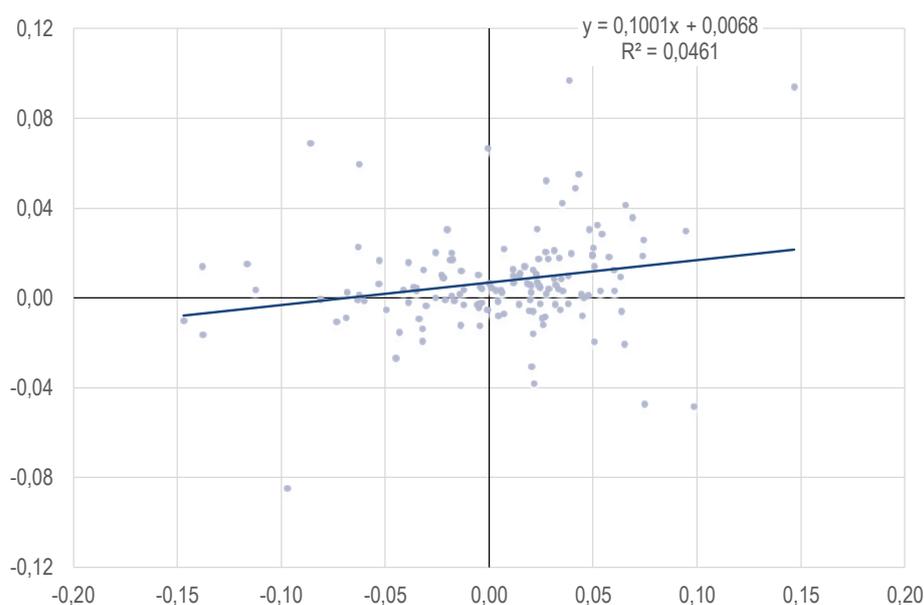
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 85. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 6 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 86. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Euro Stoxx 50 y los de la estrategia de pares propuesta.**



Fuente: elaboración propia.

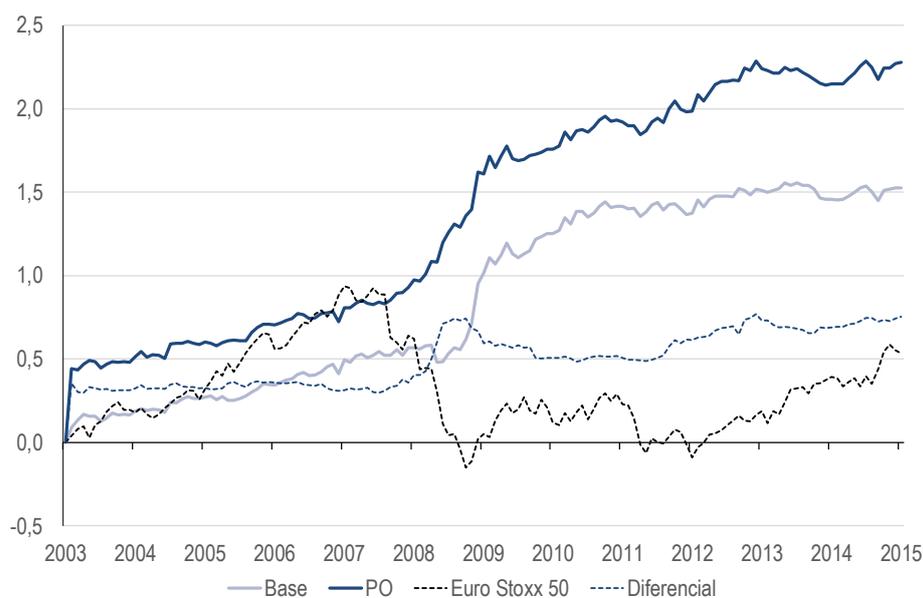
La rentabilidad de la cartera número 7 nuevamente mejora con la incorporación al modelo de las variables BPA, VCPA y PO. La variable precio objetivo incrementa la rentabilidad mensual 18 puntos básicos, hasta el 0,83% (10,4% mensual). El resultado medio por operación aumenta hasta al 3,07% desde el 2,84% de la estrategia base. El número de operaciones con pérdidas cae hasta el 35,6% de las operaciones totales frente al 36,9% de operaciones fallidas que había en el modelo inicial. La variable valor contable por acción aumenta la rentabilidad de la estrategia en 9 puntos básicos, hasta situarla en el 0,74% mensual (9,3% anual) mientras que la variable beneficio por acción tiene un impacto de 6 puntos básicos, hasta el 0,71% mensual (8,9% anual). Todos los resultados son estadísticamente representativos.

**Cuadro 87. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 7 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,65%	0,71%	0,74%	0,83%	0,64%	0,56%
Posición larga	0,62%	0,61%	0,71%	0,77%	0,70%	0,56%
Posición corta	-0,06%	-0,32%	-0,11%	-0,22%	0,03%	-0,02%
Mediana	0,43%	0,47%	0,62%	0,29%	0,47%	0,46%
Desviación típica	2,23%	2,25%	2,89%	4,02%	2,71%	2,26%
Coefficiente de asimetría	1,76	1,94	4,83	8,95	3,66	1,14
Curtosis	12,27	13,14	38,90	96,84	26,20	9,62
Mínimo	-6,56%	-4,85%	-5,38%	-3,44%	-5,29%	-7,43%
Máximo	13,95%	14,80%	24,82%	44,40%	21,14%	12,98%
t de Student	3,61	3,92	3,25	2,67	3,21	3,12
Número total de operaciones	2.887	1.439	1.755	1.458	2.014	2.196
Resultado medio por operación	2,84%	2,99%	2,98%	3,07%	2,54%	2,41%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	9,84%	9,86%	9,83%	9,39%	9,78%	9,66%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,22%	-9,92%	-9,43%	-8,84%	-9,69%	-10,01%
Duración media (número de sesiones)	68	65	66	62	69	69
Operaciones con rentabilidad<0	36,9%	34,7%	35,6%	34,6%	37,2%	36,8%
Rentabilidad mensual anualizada	8,0%	8,9%	9,3%	10,4%	8,0%	7,0%
Ratio de Sharpe	0,29	0,32	0,26	0,21	0,25	0,25
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,06%	0,10%	0,18%	-0,01%	-0,08%
Número total de operaciones		-50,2%	-39,2%	-49,5%	-30,2%	-23,9%
Número de operaciones con beneficios		-48,5%	-38,0%	-47,7%	-30,6%	-23,9%
Número de operaciones con pérdidas		-53,0%	-41,4%	-52,5%	-29,6%	-24,0%
Resultado medio por operación		0,15%	0,15%	0,24%	-0,30%	-0,42%

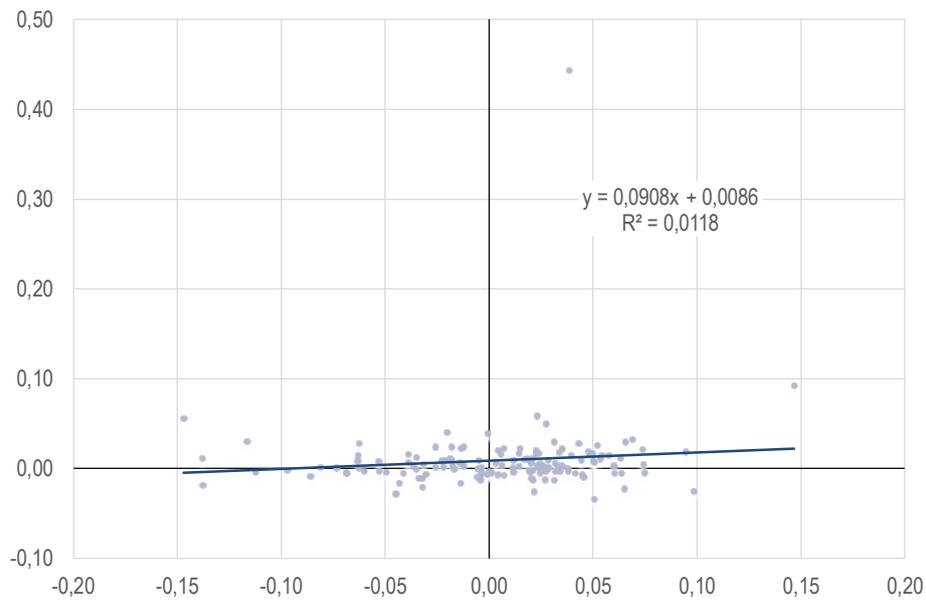
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 88. Euro Stoxx 50. Cartera restringida número 7 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 89. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Euro Stoxx 50 y los de la estrategia de pares propuesta.**



Fuente: elaboración propia.

### c. Stoxx Europe 50

La estrategia de pares sobre la muestra de acciones que están incluidas o han estado en el índice Stoxx Europe 50 muestra resultados positivos para el periodo 2003-2015, pero la rentabilidad es relativamente baja y no se sostendría si se incluyesen los costes de implantación de la estrategia. Frente al análisis realizado en la fase 1 de este proyecto destaca el aumento del número de operaciones con pérdidas que supera el umbral del 50%. Incorporados los costes de ejecución estas cuatro simulaciones presentarían pérdidas.

**Cuadro 90. Stoxx Europe 50. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida**

	Periodo 2003-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,29%	0,35%	0,37%	0,38%
Posición larga	0,45%	0,48%	0,51%	0,53%
Posición corta	-0,23%	-0,21%	-0,23%	-0,23%
Mediana	0,12%	0,07%	0,11%	0,32%
Desviación típica	2,99%	2,36%	1,86%	1,58%
Coefficiente de asimetría	6,38	6,25	4,11	3,44
Curtosis	64,21	61,28	35,37	27,40
Mínimo	-7,76%	-4,13%	-3,49%	-2,88%
Máximo	29,42%	23,12%	15,93%	12,68%
t de Student	1,32	1,90	2,47	3,00
Número total de operaciones	1.063	2.119	4.206	9.989
Resultado medio por operación	0,31%	0,64%	1,00%	1,17%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	4,17%	5,68%	6,59%	7,51%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-8,68%	-8,68%	-8,82%	-9,24%
Duración media (número de sesiones)	46	52	55	59
Operaciones con rentabilidad<0	30,3%	35,4%	36,5%	38,0%
Rentabilidad mensual anualizada	3,5%	4,3%	4,5%	4,7%
Ratio de Sharpe	0,10	0,15	0,20	0,24

Fuente: elaboración propia.

Todas las carteras restringidas superan a la cartera no restringida en cuanto a rentabilidad mensual en el conjunto de simulaciones que se ha realizado. Las tres carteras elegidas para analizar por su mayor rentabilidad son la cartera número 6 la cartera número 8 y la cartera número 9, carteras que también presentaban en el mejor comportamiento en el análisis anterior.

**Cuadro 91. Stoxx Europe 50. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida y las carteras restringidas con mayor rentabilidad (20 pares y 2 desviaciones típicas)**

Número de cartera	Periodo 2003-2015			
	1	6	8	9
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,37%	0,64%	0,68%	0,65%
Posición larga	0,51%	0,63%	0,57%	0,73%
Posición corta	-0,23%	0,02%	0,34%	-0,18%
Mediana	0,11%	0,45%	0,46%	0,38%
Desviación típica	1,86%	2,07%	2,41%	2,59%
Coefficiente de asimetría	4,11	1,04	0,38	2,35
Curtosis	35,37	8,32	5,44	14,00
Mínimo	-3,49%	-7,09%	-7,49%	-6,07%
Máximo	15,93%	10,62%	9,14%	16,12%
t de Student	2,47	3,84	3,52	3,16
Número total de operaciones	4.206	3.192	2.736	2.874
Resultado medio por operación	1,00%	3,12%	2,79%	3,11%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	6,59%	10,45%	12,01%	9,93%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-8,82%	-9,76%	-10,75%	-8,17%
Duración media (número de sesiones)	55	66	71	67
Operaciones con rentabilidad<0	36,5%	36,5%	40,8%	37,9%
Rentabilidad mensual anualizada	4,5%	8,0%	8,5%	8,1%
Ratio de Sharpe	0,20	0,31	0,28	0,25

Fuente: elaboración propia.

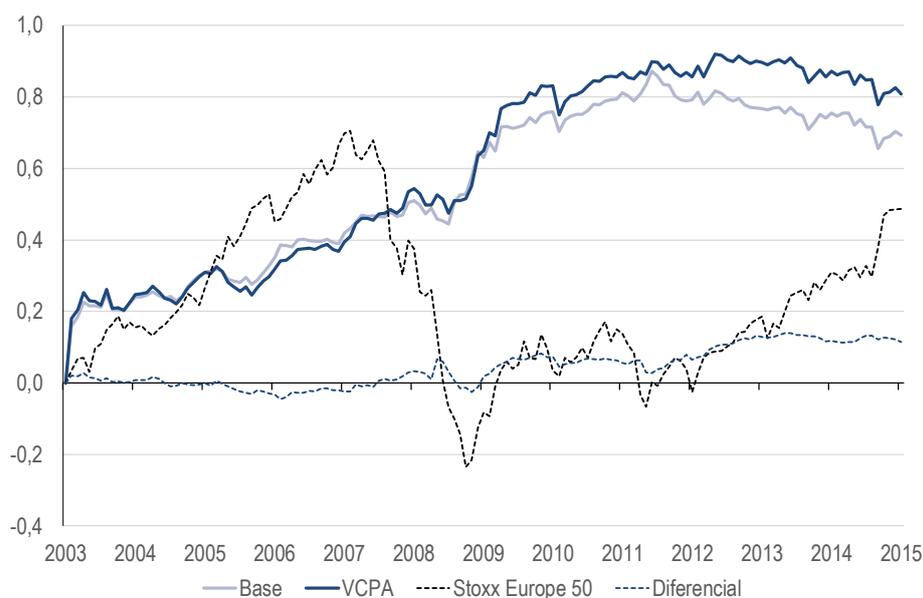
El modelo propuesto genera rentabilidades superiores a las del modelo básico para la cartera no restringida cuando se utilizan las variables BPA, VCPA y PO, aunque su aportación es muy reducida. De hecho, usando la variable VCPA que, en este caso, es la que mayor impacto tiene en la rentabilidad de la estrategia, el aumento de dicha rentabilidad es de solamente 4 puntos básicos, pasando a un 0,41% mensual (5,1% anual) desde el 0,37% (4,5% anual) que generaba el modelo básico. El número de operaciones con pérdidas se reduce hasta el 34,9% del total frente al 36,5% del modelo inicial. La variable precio objetivo aporta 2 puntos básicos a la rentabilidad, hasta el 0,39% (4,8% anual). Incluso con las mejoras que aporta el modelo propuesto, la rentabilidad de la cartera no restringida sería negativa una vez se incorporen los costes de ejecución.

**Cuadro 92. Stoxx Europe 50. Cartera no restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,37%	0,37%	0,41%	0,39%	0,37%	0,30%
Posición larga	0,51%	0,55%	0,55%	0,56%	0,50%	0,46%
Posición corta	-0,23%	-0,29%	-0,23%	-0,28%	-0,21%	-0,23%
Mediana	0,11%	0,27%	0,23%	0,13%	0,16%	0,12%
Desviación típica	1,86%	1,63%	2,07%	1,67%	1,77%	1,92%
Coefficiente de asimetría	4,11	0,42	4,22	1,51	3,32	4,53
Curtosis	35,37	3,88	37,86	10,49	26,82	39,81
Mínimo	-3,49%	-4,46%	-4,54%	-4,38%	-3,92%	-3,49%
Máximo	15,93%	5,37%	18,05%	10,10%	14,13%	16,87%
t de Student	2,47	2,82	2,50	2,90	2,58	2,01
Número total de operaciones	4.206	2.643	2.967	2.741	3.117	3.229
Resultado medio por operación	1,00%	1,17%	1,15%	1,15%	1,07%	0,74%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	6,59%	6,59%	6,41%	6,45%	6,41%	6,48%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-8,82%	-8,86%	-8,68%	-9,30%	-9,00%	-9,11%
Duración media (número de sesiones)	55	54	55	53	55	57
Operaciones con rentabilidad<0	36,5%	35,1%	34,9%	33,7%	34,7%	36,8%
Rentabilidad mensual anualizada	4,5%	4,5%	5,1%	4,8%	4,5%	3,7%
Ratio de Sharpe	0,20	0,23	0,20	0,23	0,21	0,16
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,00%	0,05%	0,02%	0,00%	-0,06%
Número total de operaciones		-37,2%	-29,5%	-34,8%	-25,9%	-23,2%
Número de operaciones con beneficios		-35,8%	-27,7%	-32,0%	-23,8%	-23,7%
Número de operaciones con pérdidas		-39,5%	-32,5%	-39,8%	-29,5%	-22,5%
Resultado medio por operación		0,17%	0,15%	0,15%	0,07%	-0,26%

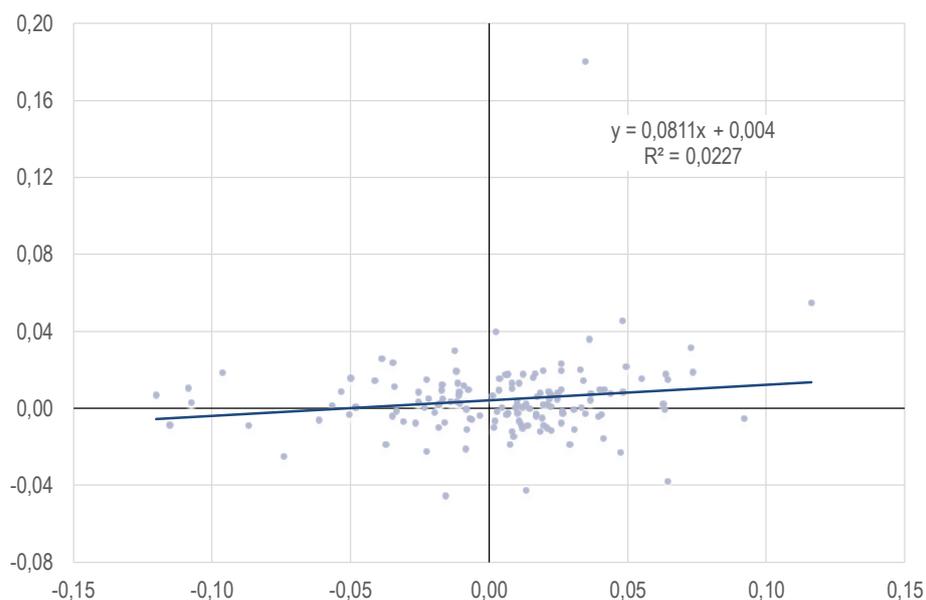
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 93. Stoxx Europe 50. Cartera no restringida (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 94. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Stoxx Europe 50 y los de la estrategia de pares propuesta.**



Fuente: elaboración propia.

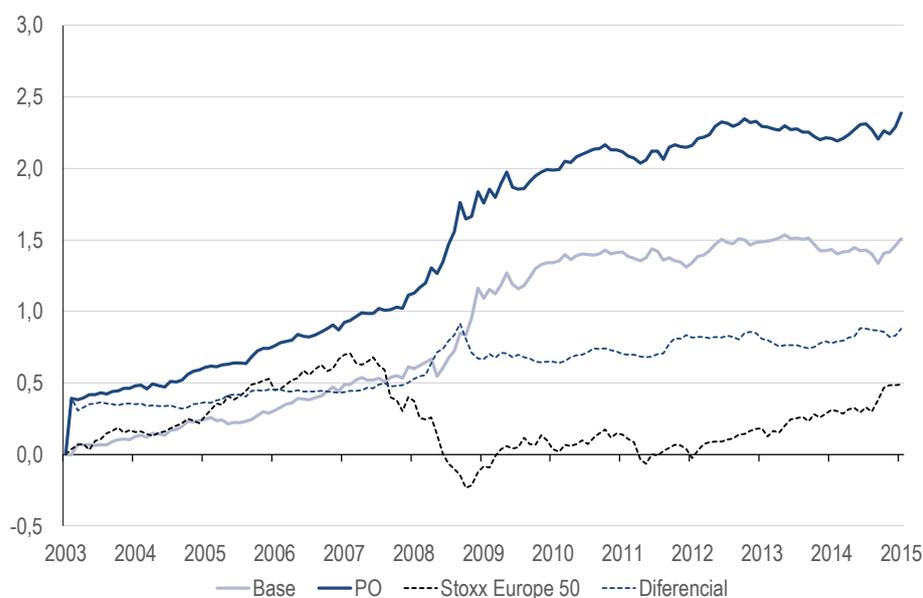
La cartera número 6 (servicios financieros) se beneficia de la introducción de cualquiera de las cinco variables que hemos utilizado en la propuesta de modelo de esta tesis. La inclusión de la variable precio objetivo es, nuevamente, la que tiene un impacto más relevante en la rentabilidad global de la estrategia de pares. La rentabilidad mensual media asciende a 0,85% (10,7% anual) con un aumento de 21 puntos básicos sobre el modelo básico. El resultado medio por operación se amplía hasta el 3,76% (frente al 312% inicial) y el número de operaciones con pérdidas se reducen un 55,5%, hasta representar un 31,9% del total de operaciones frente al 36,5% que suponían inicialmente. La variable valor contable por acción aporta 10 puntos básicos de incremento a la rentabilidad de la estrategia, hasta el 0,74% (9,3% anual).

**Cuadro 95. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 6 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,64%	0,65%	0,74%	0,85%	0,68%	0,64%
Posición larga	0,63%	0,62%	0,71%	0,77%	0,67%	0,63%
Posición corta	-0,02%	-0,08%	-0,08%	-0,34%	-0,04%	-0,04%
Mediana	0,45%	0,48%	0,59%	0,53%	0,47%	0,57%
Desviación típica	2,07%	1,88%	1,93%	3,61%	2,67%	2,29%
Coefficiente de asimetría	1,04	0,58	1,23	8,37	1,43	0,91
Curtosis	8,32	4,25	8,05	88,65	11,88	7,79
Mínimo	-7,09%	-4,22%	-4,28%	-4,26%	-9,98%	-7,94%
Máximo	10,62%	7,09%	10,78%	39,09%	13,27%	10,57%
t de Student	3,84	4,25	4,72	3,01	3,23	3,52
Número total de operaciones	3.192	1.760	1.984	1.625	2.230	2.437
Resultado medio por operación	3,12%	2,91%	3,59%	3,76%	2,93%	3,24%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	10,45%	10,21%	10,25%	9,59%	10,39%	10,72%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,76%	-10,06%	-9,56%	-8,68%	-9,81%	-10,27%
Duración media (número de sesiones)	66	63	64	60	66	67
Operaciones con rentabilidad<0	36,5%	36,0%	33,6%	31,9%	36,9%	35,6%
Rentabilidad mensual anualizada	8,0%	8,1%	9,3%	10,7%	8,5%	8,0%
Ratio de Sharpe	0,31	0,34	0,38	0,24	0,26	0,28
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,01%	0,10%	0,21%	0,04%	0,00%
Número total de operaciones		-44,9%	-37,8%	-49,1%	-30,1%	-23,7%
Número de operaciones con beneficios		-44,5%	-35,1%	-45,4%	-30,6%	-22,6%
Número de operaciones con pérdidas		-45,5%	-42,7%	-55,5%	-29,3%	-25,4%
Resultado medio por operación		-0,22%	0,47%	0,64%	-0,19%	0,12%

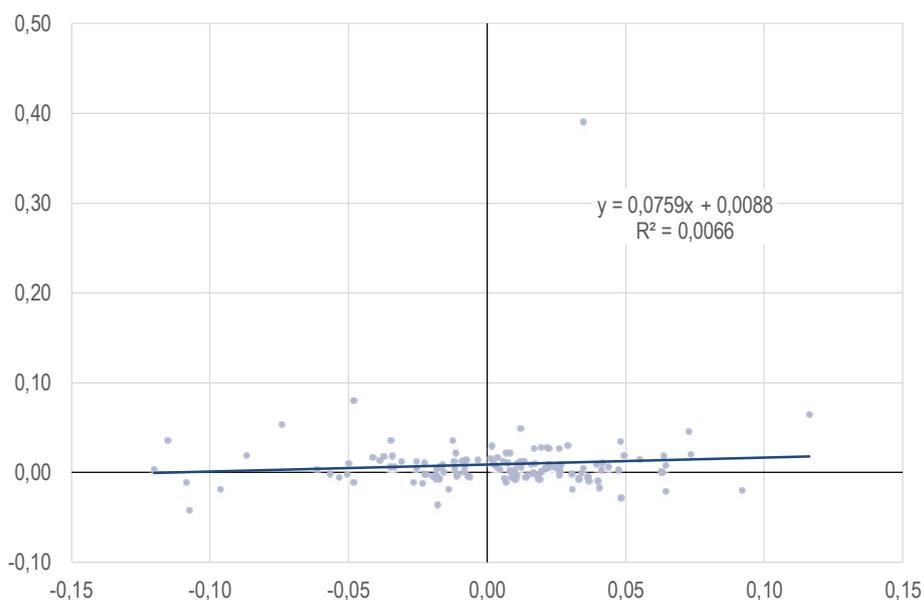
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 96. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 6 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 97. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Stoxx Europe 50 y los de la estrategia de pares propuesta.**



Fuente: elaboración propia.

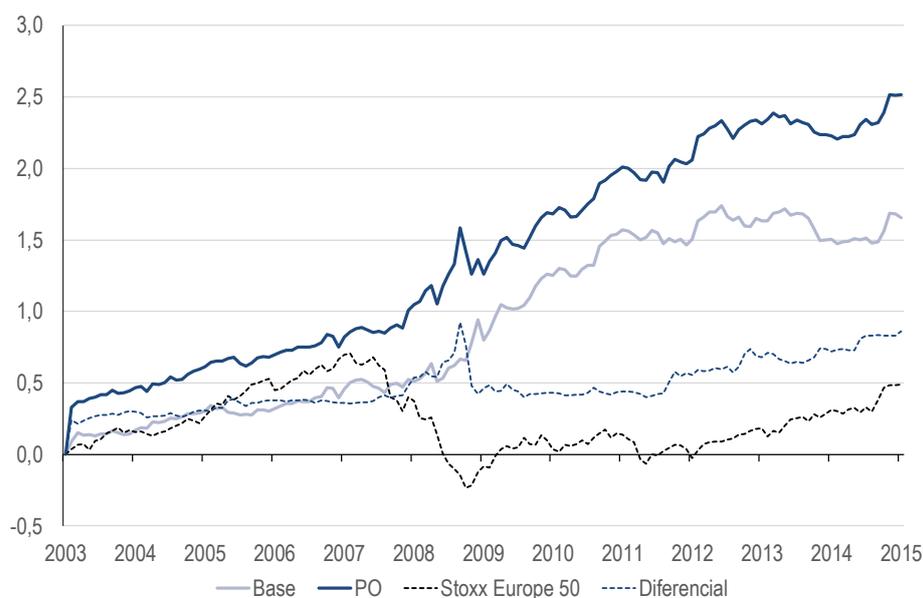
En la cartera número 8, la introducción de las variables BPA, VCPA y PO contribuyen a la mejora de la rentabilidad de la estrategia de pares, no así las variables recomendación y número de estimaciones. La variable PO es la que, con su introducción como variable de control en el modelo, provoca un mayor incremento en la rentabilidad: 20 puntos básicos, hasta el 0,88% mensual (11,0% anual). El resultado medio de las operaciones ejecutadas mejora hasta el 3,87% desde el 2,79%, con una reducción del número de operaciones que reportan pérdidas hasta el 33,5%. Además, la duración media de las operaciones se reduce hasta 61 días desde 71 días en el modelo básico, lo que hace aumentar también la rentabilidad sobre capital empleado. La inclusión de la variable BPA tiene un impacto de 13 puntos básicos y la de la variable VCPA 12 puntos básicos. Los supuestos presentados son estadísticamente representativos.

**Cuadro 98. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 8 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,68%	0,81%	0,80%	0,88%	0,68%	0,60%
Posición larga	0,57%	0,59%	0,63%	0,65%	0,59%	0,49%
Posición corta	-0,34%	-1,47%	-0,80%	-2,15%	-0,26%	-0,30%
Mediana	0,46%	0,51%	0,55%	0,79%	0,41%	0,61%
Desviación típica	2,41%	3,28%	2,86%	3,48%	2,93%	2,68%
Coefficiente de asimetría	0,38	5,48	5,12	5,52	0,27	0,13
Curtosis	5,44	51,76	48,41	52,47	9,26	4,44
Mínimo	-7,49%	-6,52%	-7,30%	-6,70%	-13,38%	-7,99%
Máximo	9,14%	31,13%	26,76%	33,09%	13,17%	9,58%
t de Student	3,52	3,15	3,50	3,21	2,95	2,86
Número total de operaciones	2.736	1.379	1.624	1.158	1.868	2.162
Resultado medio por operación	2,79%	3,02%	3,88%	3,87%	2,60%	2,53%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	12,01%	11,54%	11,73%	10,55%	12,17%	12,57%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-10,75%	-11,49%	-10,23%	-9,38%	-11,39%	-11,34%
Duración media (número de sesiones)	71	66	69	61	71	72
Operaciones con rentabilidad<0	40,8%	37,0%	35,8%	33,5%	40,6%	42,0%
Rentabilidad mensual anualizada	8,5%	10,2%	10,0%	11,0%	8,4%	7,5%
Ratio de Sharpe	0,28	0,25	0,28	0,25	0,23	0,23
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,13%	0,12%	0,20%	0,00%	-0,08%
Número total de operaciones		-49,6%	-40,6%	-57,7%	-31,7%	-21,0%
Número de operaciones con beneficios		-46,4%	-35,7%	-52,5%	-31,6%	-22,6%
Número de operaciones con pérdidas		-54,3%	-47,9%	-65,2%	-31,9%	-18,6%
Resultado medio por operación		0,23%	1,08%	1,08%	-0,20%	-0,26%

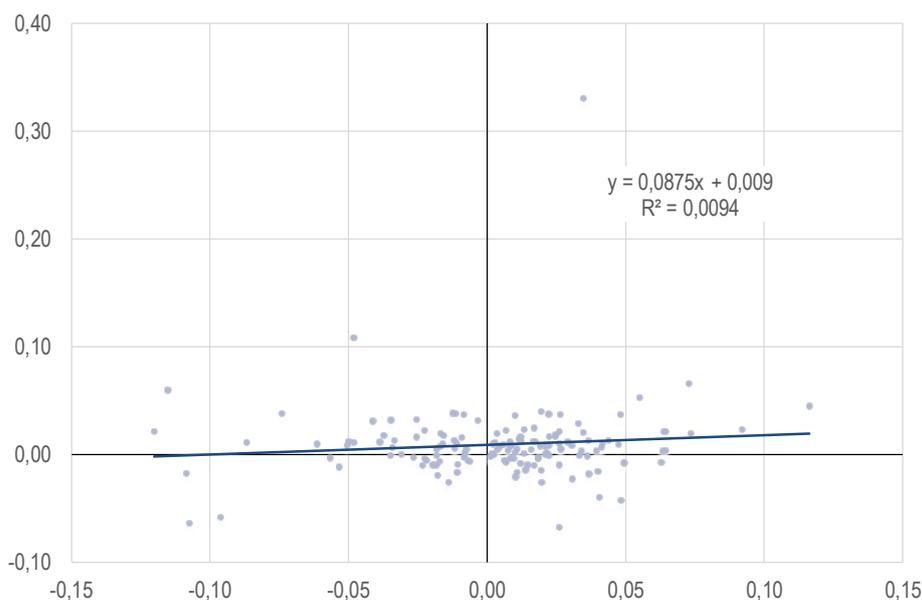
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 99. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 8 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 100. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Stoxx Europe 50 y los de la estrategia de pares propuesta.**



Fuente: elaboración propia.

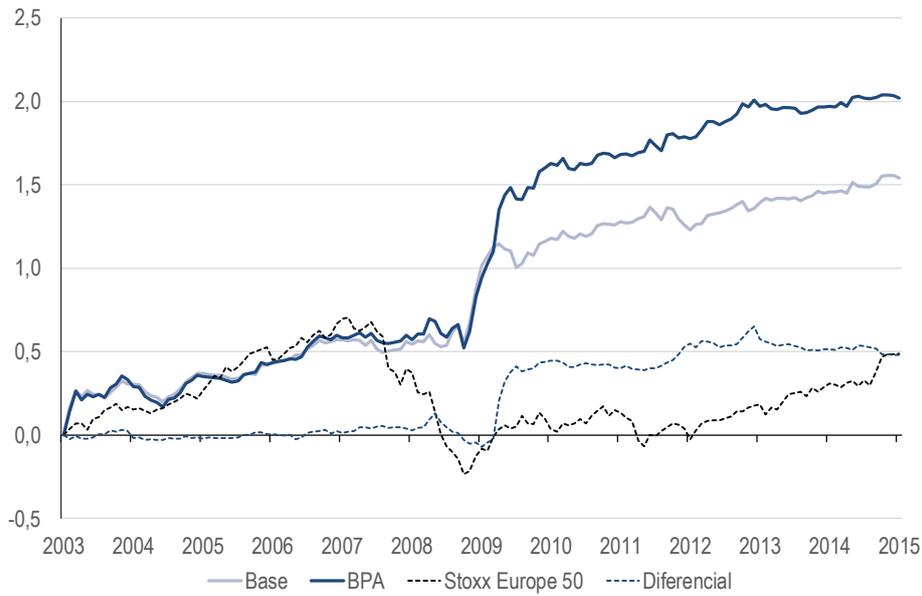
La cartera número 9 se beneficia de la introducción cualquiera de las cuatro variables, siendo BPA la que produce el mayor impacto.

**Cuadro 101. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 9 de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,65%	0,77%	0,68%	0,72%	0,69%	0,75%
Posición larga	0,73%	0,76%	0,75%	0,73%	0,73%	0,80%
Posición corta	0,18%	-0,03%	0,16%	0,03%	0,11%	0,13%
Mediana	0,38%	0,31%	0,45%	0,42%	0,34%	0,54%
Desviación típica	2,59%	2,82%	2,89%	2,65%	2,52%	2,54%
Coefficiente de asimetría	2,35	1,78	1,91	1,23	1,55	1,42
Curtosis	14,00	10,06	15,25	9,86	7,93	8,64
Mínimo	-6,07%	-8,55%	-11,11%	-9,49%	-6,29%	-7,20%
Máximo	16,12%	13,74%	18,22%	14,68%	11,38%	12,39%
t de Student	3,16	3,44	3,01	3,43	3,41	3,72
Número total de operaciones	2.874	1.579	1.822	1.512	2.119	2.006
Resultado medio por operación	3,11%	3,04%	3,25%	3,41%	3,34%	4,01%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	9,93%	9,47%	9,94%	9,35%	9,90%	10,27%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-8,17%	-7,85%	-7,53%	-8,05%	-8,04%	-7,65%
Duración media (número de sesiones)	67	64	66	61	66	66
Operaciones con rentabilidad<0	37,9%	37,2%	38,3%	34,2%	36,6%	34,9%
Rentabilidad mensual anualizada	8,1%	9,7%	8,5%	9,0%	8,6%	9,4%
Ratio de Sharpe	0,25	0,27	0,24	0,27	0,27	0,30
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,12%	0,03%	0,07%	0,04%	0,11%
Número total de operaciones		-45,1%	-36,6%	-47,4%	-26,3%	-30,2%
Número de operaciones con beneficios		-44,5%	-37,1%	-44,3%	-24,8%	-26,9%
Número de operaciones con pérdidas		-46,0%	-35,8%	-52,5%	-28,7%	-35,6%
Resultado medio por operación		-0,07%	0,14%	0,30%	0,22%	0,90%

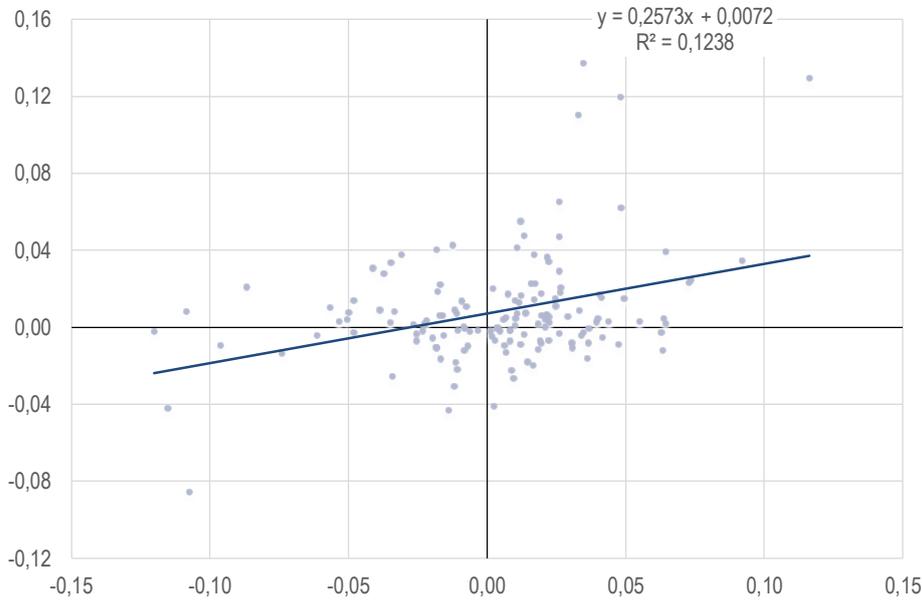
Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 102. Stoxx Europe 50. Cartera restringida número 9 (20 pares): rentabilidad acumulada (2002-2015)**



Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 103. Regresión lineal entre los retornos mensuales del Stoxx Europe 50 y los de la estrategia de pares propuesta.**



Fuente: elaboración propia.

#### d. **Stoxx Europe 600**

La cartera no restringida construida con todas las acciones del índice Stoxx Europe 600 genera resultados positivos y estadísticamente representativos. Las carteras de diez y veinte pares presentan la misma rentabilidad, 0,46% mensual (5,6% anual) aunque atendiendo a la ratio de Sharpe, la cartera de veinte pares tiene una mejor relación riesgo–rentabilidad. Si se introducen los 120 puntos básicos de costes de implantación de la estrategia que se han asumido a lo largo de esta tesis, la estrategia reportaría pérdidas, que en el caso de la cartera de veinte pares serían muy reducidas.

**Cuadro 104. Stoxx Europe 600. Modelo base: resumen de los resultados para la cartera no restringida**

	Periodo 2003-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,40%	0,46%	0,46%	0,41%
Posición larga	0,73%	0,66%	0,66%	0,63%
Posición corta	-0,51%	-0,34%	-0,35%	-0,36%
Mediana	0,17%	0,30%	0,25%	0,14%
Desviación típica	2,80%	1,61%	1,47%	1,46%
Coefficiente de asimetría	8,35	3,45	4,23	5,04
Curtosis	88,32	25,34	33,08	40,13
Mínimo	-2,78%	-3,05%	-2,89%	-1,62%
Máximo	29,99%	12,60%	12,35%	12,82%
t de Student	1,85	3,52	3,82	3,47
Número total de operaciones	1.503	2.793	5.258	12.390
Resultado medio por operación	0,56%	1,05%	1,20%	1,19%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	1,96%	3,94%	5,37%	6,77%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-7,51%	-8,65%	-9,33%	-9,96%
Duración media (número de sesiones)	25	37	44	51
Operaciones con rentabilidad<0	14,7%	23,0%	28,4%	33,4%
Rentabilidad mensual anualizada	4,9%	5,6%	5,6%	5,1%
Ratio de Sharpe	0,14	0,29	0,31	0,28

Fuente: elaboración propia.

La implantación del modelo propuesto en esta tesis mejoraría la rentabilidad de la estrategia cuando se utilicen las variables BPA, VCPA y PO, de tal modo que en estos tres supuestos la estrategia generaría beneficios después de costes de ejecución.

**Cuadro 105. Stoxx Europe 600. Cartera no restringida de 20 pares: impacto (criterio 1 desviación típica)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>						
Media	0,46%	0,50%	0,48%	0,49%	0,45%	0,44%
Posición larga	0,66%	0,67%	0,69%	0,68%	0,66%	0,63%
Posición corta	-0,35%	-0,30%	-0,37%	-0,34%	-0,36%	-0,31%
Mediana	0,25%	0,23%	0,28%	0,33%	0,31%	0,17%
Desviación típica	1,47%	1,63%	1,57%	1,75%	1,51%	1,59%
Coefficiente de asimetría	4,23	3,48	3,20	5,37	3,65	4,61
Curtosis	33,08	23,98	22,16	46,52	24,40	38,87
Mínimo	-2,89%	-3,34%	-3,50%	-2,54%	-2,33%	-2,94%
Máximo	12,35%	12,21%	11,64%	16,07%	10,77%	14,05%
t de Student	3,82	3,79	3,76	3,45	3,68	3,44
Número total de operaciones	5.258	3.555	3.745	3.561	3.978	4.143
Resultado medio por operación	1,20%	1,27%	1,30%	1,27%	1,17%	1,19%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	5,37%	5,24%	5,22%	5,14%	5,32%	5,35%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,33%	-9,34%	-9,29%	-9,41%	-9,46%	-9,41%
Duración media (número de sesiones)	44	43	44	43	44	44
Operaciones con rentabilidad<0	28,4%	27,3%	27,0%	26,6%	28,1%	28,2%
Rentabilidad mensual anualizada	5,6%	6,2%	5,9%	6,0%	5,6%	5,5%
Ratio de Sharpe	0,31	0,31	0,31	0,28	0,30	0,28
<b>Diferencia con modelo base</b>						
Media		0,04%	0,02%	0,03%	0,00%	-0,01%
Número total de operaciones		-32,4%	-28,8%	-32,3%	-24,3%	-21,2%
Número de operaciones con beneficios		-31,3%	-27,4%	-30,6%	-24,0%	-21,0%
Número de operaciones con pérdidas		-35,0%	-32,2%	-36,4%	-25,1%	-21,6%
Resultado medio por operación		0,07%	0,10%	0,07%	-0,03%	-0,01%

Fuente: elaboración propia.

Con las 799 empresas que se han incluido en el análisis se han elaborado 104 carteras con más de veinte empresas. Se ha realizado un análisis conjunto del impacto del modelo propuesto en la estrategia de pares. El impacto medio de la implantación del modelo propuesto es positivo utilizando cuatro de las variables: BPA, VCPA, PO y recomendación en la cartera de 50 pares. La rentabilidad mensual media aumenta 9 puntos básicos con BPA y PO. El impacto en el resultado por operación es de 45 puntos básicos de media con la variable PO y 33 puntos básicos con BPA. El impacto en carteras de 5, 10 y 20 pares es asimismo positivo de media con las cuatro variables mencionadas<sup>56</sup>. La variable número de estimaciones no aporta incremento de rentabilidad en el modelo. Los resultados completos se facilitan en un lápiz de memoria.

<sup>56</sup> Salvo la variable recomendación en la cartera de cinco pares que tiene impacto negativo.

**Cuadro 106. Stoxx Europe 600. Impacto medio del modelo propuesto en las 104 carteras restringidas (50 pares)**

	Base	BPA	VCPA	PO	Rec.	Est.
<b>Rentabilidad mensual</b>						
Media	0,23%	0,32%	0,26%	0,32%	0,28%	0,21%
Máxima	0,63%	0,71%	0,70%	0,72%	0,64%	0,65%
Mínima	-0,58%	-0,47%	-0,62%	-2,92%	-0,77%	-0,66%
Desviación típica	0,24%	0,24%	0,26%	0,43%	0,25%	0,27%
<b>Impacto</b>						
Medio		0,09%	0,02%	0,09%	0,05%	-0,03%
Máximo		0,86%	0,63%	0,90%	0,58%	0,27%
Mínimo		-0,33%	-0,35%	-2,34%	-0,75%	-0,50%
Desviación típica		0,14%	0,13%	0,31%	0,12%	0,08%
<b>Resultado por operación</b>						
Medio	0,68%	1,01%	0,84%	1,14%	0,95%	0,65%
Máximo	2,48%	3,22%	3,11%	3,08%	2,55%	2,74%
Mínimo	-2,14%	-1,71%	-1,83%	-1,87%	-2,04%	-2,46%
Desviación típica	0,95%	1,02%	1,08%	0,91%	0,92%	1,07%
<b>Impacto</b>						
Medio		0,33%	0,16%	0,45%	0,27%	-0,03%
Máximo		3,28%	2,73%	3,29%	2,37%	2,42%
Mínimo		-1,43%	-0,88%	-0,69%	-0,43%	-0,84%
Desviación típica		0,56%	0,58%	0,61%	0,38%	0,39%

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.2. Conclusión

La contrastación empírica del modelo propuesto confirma la hipótesis que se planteaba: la incorporación de variables representativas del riesgo idiosincrásico de una compañía mejor la rentabilidad de la estrategia de *pairs trading* básica. La introducción de las variables BPA a 12 meses, VCPA y precio objetivo genera mayores rentabilidades en las carteras analizadas de Ibex 35, Euro Stoxx 50 y Stoxx Europe 50, así como de media en las 104 carteras construidas con las acciones pertenecientes al índice Stoxx Europe 600. La variable precio objetivo es la que, de media, tiene el mayor impacto en el aumento de la rentabilidad, seguida de la variable BPA. Las variables recomendación y número de estimaciones no generan resultados positivos de manera consistente.

En todos los supuestos hemos utilizado los impactos excluidos los costes de ejecución porque la estrategia reduce el número de operaciones realizadas al descartar

aquellas que detecta como divergentes y, por tanto, la aportación a los resultados de la nueva estrategia está calculada de una forma conservadora.

## Capítulo 5. Conclusiones

*"The apparent profitability of pairs trading ... constitutes an intriguing anomaly. ... It is still an open question when, where, and why is particularly successful."*<sup>57</sup>

Jacobs y Weber, 2015, pág. 76.

La estrategia de pares es una estrategia de arbitraje estadístico que produce rentabilidades no justificadas por los factores de riesgo tradicionales (Gatev et al., 2006; Bowen y Hutchinson, 2014) y, por tanto, se considera una anomalía de los mercados financieros (Jacobs, 2015). Aunque es una estrategia muy utilizada por los inversores institucionales desde hace más de 25 años, la investigación académica es todavía escasa en comparación con otras anomalías de los mercados, fundamentalmente con aquellas que contradicen la forma débil de la hipótesis de la eficiencia de los mercados (Jacobs y Weber, 2015).

La idea de esta estrategia es muy simple: encontrar dos activos financieros cuyos precios tengan un comportamiento paralelo a largo plazo, para beneficiarse de los movimientos divergencia-convergencia que se produzcan mediante la compra (venta) de la acción relativamente infravalorada (sobrevalorada), ganando con la reversión del diferencial de los precios a su media a largo plazo (Gatev et al., 2006).

---

<sup>57</sup> Traducción: "La rentabilidad de la estrategia de pares ... es una intrigante anomalía. ... Las preguntas de cuándo, dónde y porqué esta estrategia es especialmente exitosa siguen abiertas".

El objetivo principal de esta tesis es la contrastación empírica de una mejora al modelo de la distancia, propuesto por Gatev et al. (1999, 2006), para implantar la estrategia de pares. Al analizar los resultados de este modelo en trabajos previos (Gatev et al., 2006; Do y Faff, 2010) se observó que el número de operaciones con pérdidas era elevado y que el incremento de estas operaciones era una de las causas del descenso de la rentabilidad de la estrategia (Do y Faff, 2010). Dependiendo de la causa que provoque la divergencia entre el par de acciones que lleve a ejecutar una operación, será más o menos probable que los precios de ese par vuelvan a converger. Así, si la divergencia en el comportamiento de los precios es causada por inversores irracionales que provocan tensiones de liquidez en una de las acciones, la convergencia posterior es altamente probable. Si la divergencia es causada por nueva información que afecte a los fundamentales de una de las compañías, la divergencia será permanente al establecerse una nueva relación de equivalencia entre las dos acciones (Andrade et al., 2005). Partiendo de este concepto, se ha diseñado una estrategia en la que al modelo básico de la distancia se le añaden cinco variables relacionadas con la evolución de las empresas, con las que se pueda anticipar si la divergencia es temporal o permanente. Las variables seleccionadas, todas ellas provenientes del consenso de analistas facilitado por FactSet, han sido: (1) el beneficio por acción a 12 meses; (b) el valor contable por acción; (c) el precio objetivo por acción; (d) la recomendación y (e) el número de estimaciones. Midiendo el comportamiento relativo de la relación entre las variables de las dos empresas, se puede detectar los cambios en esa relación. Si la divergencia en el precio puede ser justificada por el cambio de la relación de la variable fundamental, la operación no se ejecutará.

La estrategia de *pairs trading* se enmarca conceptualmente como una anomalía de los mercados financieros que pone en cuestión incluso la forma débil de la hipótesis

de la eficiencia de los mercados (Jacobs y Weber, 2015). El modelo de valoración de activos que subyace en la estrategia es la teoría del arbitraje (APT), según la cual activos financieros afectados por los mismos factores de riesgo deben tener el mismo precio, siendo el factor idiosincrásico de media cero (Vidyamurthy, 2004). La divergencia en la relación de los precios de dos acciones que históricamente han tenido un comportamiento paralelo se atribuye a una desviación del factor idiosincrásico de su media de equilibrio, cero, y que debería revertir a la media.

Aunque en los artículos más recientes, se considera ya una anomalía por sí misma (Jacobs, 2014; 2015), en trabajos previos se ha enmarcado dentro de las anomalías causadas por la violación de la ley del precio único (Gatev et al., 2006) o con las estrategias contrarias o de reversión a la media (Herlemont, 2004). Evidentemente, la explicación que se da a esta anomalía difiere según los autores apoyen las finanzas tradicionales o las finanzas del comportamiento. Las finanzas tradicionales, apoyándose en el problema de la denominada hipótesis conjunta (eficiencia de los mercados-modelo de valoración de activos), atribuyen la rentabilidad no justificada de esta estrategia a la utilización de modelos de valoración de activos no adecuados. Se argumenta que los modelos desarrollados hasta el momento no son aún definitivos y, aunque se ha llegado a utilizar hasta 50 variables, los mismos no aportan todavía claridad al problema de la valoración (Subrahmanyam, 2010). Gatev et al. (2006) consideran la rentabilidad no justificada como la contraprestación a los arbitrajistas por restaurar la ley del precio único. También se argumenta que los activos utilizados en la implantación de la estrategia no son estrictamente idénticos y no son fungibles, características que se requieren para admitir la existencia de tal anomalía (Burton y Shah, 2013). Desde las finanzas del comportamiento se argumentan los límites al arbitraje y la psicología del inversor para explicar la anomalía. La psicología del inversor permite que aparezcan los errores en los

precios y los límites al arbitraje impiden que se corrijan (Jacobs, 2015). Andrade et al. (2005) atribuyen al comportamiento del inversor irracional y a las tensiones de liquidez que ese comportamiento provoca en una de las acciones que constituyen el par la rentabilidad de la estrategia. Jacobs y Weber (2015) argumentan que la rentabilidad de la estrategia está influenciada (a) por el tipo de información que produzca la divergencia, (b) por el nivel de atención de los inversores y (c) por los límites del arbitraje. La justificación que el propio Nunzio Tartaglia daba esta estrategia es psicológica: "A las personas no les gusta operar contra la naturaleza humana que quiere comprar acciones después de haber subido, no cuando han bajado" (Gatev et al., 2006 citando a Hansell, 1989). La clarificación de las causas de la rentabilidad de esta estrategia es todavía una cuestión abierta.

El escaso interés del mundo académico en la estrategia de *pairs trading* es también el origen de la falta de una estructuración y sistematización de la investigación realizada en este campo, con la salvedad de la realizada recientemente por Krauss (2015). En esta tesis, se ha realizado una profunda revisión de la literatura para tratar de aportar claridad.

De acuerdo al análisis realizado sobre las publicaciones existentes, las líneas de investigación sobre la estrategia de pares se pueden resumir en tres grandes grupos:

- (a) la investigación en modelos matemáticos y estadísticos teóricos que incrementen la rentabilidad de la estrategia;
- (b) la investigación empírica, aplicando los modelos teóricos a diferentes activos financieros (acciones, renta fija, materias primas, etc.) o zonas geográficas (Estados Unidos, Europa, China etc.); y
- (c) la investigación sobre el origen de la rentabilidad de la estrategia.

El primer bloque de investigación acapara un gran porcentaje de la literatura, con desarrollos tanto estadísticos como heurísticos. Entre los métodos estadísticos se encuentran el método de la distancia, el método de la cointegración, el método de la cópula, el método del diferencial estocástico y el método de los componentes principales (PCA). La investigación que utiliza las técnicas extracción de datos (*Data Mining*) y aprendizaje automático (*Machine Learning Techniques*) está aún en un estado incipiente, habiéndose empleado redes neuronales artificiales (*Neural Networks*), algoritmos genéticos, agrupamiento (*Clustering*), y máquinas de soporte de vectores (*Support Vector Machines*) (Al-Naymat, 2013).

El segundo grupo de artículos, la investigación empírica, presenta un menor grado de desarrollo que la investigación teórica. Hasta hace relativamente poco tiempo, solamente se había utilizado el método de la distancia en estudios de amplio alcance. En los últimos años se han publicado trabajos que comparan los resultados que esta estrategia produce usando los métodos de la distancia, la cointegración y la cópula (Bogomolow, 2010; Caldas et al., 2014; Rad et al., 2015; Huck, 2015; Huck y Afawubo, 2015). Atendiendo a los activos financieros analizados, las acciones de Estados Unidos son el foco de atención de gran parte de la investigación (probablemente debido a la existencia de la base de datos de precios histórica del CRSP) así como las de algunos países emergentes como Brasil y Turquía. Sin embargo, las acciones de los países europeos no han atraído un gran interés, salvo en publicaciones conjuntas (Caldas et al., 2014; Jacobs y Weber, 2015), sin publicaciones específicas por país o sector salvo algunas excepciones (Reino Unido, Italia o el sector bancario).

El tercer grupo de artículos, el que estudia el origen de la rentabilidad no justificada, es el menos extenso. Desde las finanzas tradicionales, se ha analizado la rentabilidad aplicando los modelos de Fama y French y Cahart, concluyendo que no está

justificada por los factores tradicionales (Gatev et al., 2006; Muslumov et al., 2009; Do y Faff, 2010; Bowen y Hutchinson, 2014). Desde las finanzas tradicionales se ha analizado las actuaciones de inversores irracionales (Andrade et al., 2005), el impacto de información que afecte a una de las empresas del par, como el anuncio de los resultados trimestrales (Papadakis y Wysocki, 2008), el efecto lider-seguidor en la diseminación de la información (Engelberg et al., 2009) o la pérdida de atención del inversor (Jacobs y Weber, 2013).

Del análisis del estado de la cuestión, se derivaron varias carencias que han inspirado esta tesis o que pueden ser objeto de investigación futura: (a) la necesidad de sistematizar la literatura; (b) la falta de contrastación empírica de algunos modelos teóricos y de la comparación de los resultados obtenidos entre ellos; (c) la falta de contrastación de la estrategia en algunos mercados geográficos y en carteras restringidas; (d) la falta de contrastación sistemática del efecto que, en la implantación del método de la distancia, producen diferentes niveles de desviación típica en el criterio de entrada y la incorporación de una regla de limitación de pérdidas; y (e) la falta de traducción a un modelo concreto de las conclusiones derivadas del análisis del origen de la rentabilidad de la estrategia, principalmente del impacto que nueva información relativa a una empresa tiene en el comportamiento de la relación de los precios de las dos acciones que constituyen el par.

A partir de la detección de estas carencias, se diseñó el objetivo principal de esta tesis que es el diseño de un modelo que incremente la rentabilidad obtenida con el modelo básico de Gatev et al. (2006) mediante la introducción de unas reglas, basadas en variables fundamentales, que anticipen la divergencia persistente en la relación de los precios de dos acciones que previamente habían tenido un comportamiento paralelo. Como objetivos secundarios (a) se ha realizado una revisión amplia de la literatura, como

se ha descrito anteriormente ; (b) se ha comprobado la rentabilidad de la implantación del modelo básico aplicado a las acciones que forman, o han formado parte, de los índices Ibex 35, Euro Stoxx 50, Stoxx Europe 50 y Stoxx Europe 600, así como a las carteras restringidas que surgen de la aplicación de los criterios país, moneda, tamaño, industria y supersector a dichos conjuntos de acciones; y (c) se ha contrastado el impacto de una regla de limitación de pérdidas al modelo básico. Así, se han formulado tres hipótesis (a) la estrategia de pares implantada con el modelo de la distancia presentado en Gatev et al. (2006) genera rentabilidades no justificadas positivas cuando se aplica a las acciones del Ibex 35, Euro Stoxx 50, Stoxx Europe 50 y Stoxx Europe 600 entre 1991 y 2015; (b) la introducción de una regla de limitación de pérdidas mejora la rentabilidad de la estrategia de pares; y (c) la incorporación de variables que representen el riesgo idiosincrásico de las compañías para que detecten las divergencias permanentes en los precios relativos de dos acciones incrementa la rentabilidad de la estrategia.

Tras la realización de la investigación empírica, las hipótesis primera y tercera han sido corroboradas mientras que la segunda ha sido refutada.

Los resultados obtenidos con la estrategia de pares utilizando el método clásico de la distancia coinciden esencialmente con las conclusiones formuladas en trabajos anteriores. La estrategia genera una rentabilidad sobre el capital empleado positiva, aunque se ha reducido en la última década por el incremento de las operaciones con pérdidas. La incorporación de los costes de ejecución (120 puntos básicos por operación) reduce de forma importante la rentabilidad de esta estrategia, generando pérdidas en parte de las simulaciones realizadas. El retraso en un día de la ejecución de las operaciones reduce el resultado por operación de media unos 20 puntos básicos en las carteras analizadas, importe muy inferior al documentado en Gatev et al. (2006) que ascendía a 161 puntos básicos. El factor riesgo de mercado no justifica la rentabilidad

de la estrategia la cual, además, se comporta anticíclicamente en los periodos bajistas de la renta variable. Las carteras restringidas presentan rentabilidades superiores a las cartera no restringidas, lo que está justificado en tanto en cuanto comparten más factores de riesgo. Es notable el comportamiento de las carteras que incluyen acciones clasificadas dentro de la industria de los servicios financieros que, en los supuestos analizados, lideran las clasificaciones de rentabilidad. Finalmente, se ha realizado un análisis de sensibilidad de los resultados a diferentes hipótesis de desviación típica en el criterio de entrada y, se puede concluir que, a pesar de que el estándar en los artículos es utilizar dos desviaciones típicas, en general los resultados son más elevados a partir de 3,5 desviaciones típicas. Este resultado contradice trabajos previos en los que los mejores resultados se encontraban en 1 desviación típica.

La utilización de una regla de limitación de pérdidas no contribuye a mejorar la rentabilidad de la estrategia de pares según los resultados que se han obtenido. El impacto negativo tanto en resultados globales como en el resultado por operación es descendente a medida que aumenta el número de desviaciones típicas en el criterio de entrada. La introducción de este criterio reduce el número de pares que cierran por expiración del periodo de ejecución de una manera importante, en algunos casos desde el 40% al 2%, a la vez que incrementa el número de operaciones con pérdidas, del 28% al 56% en el mismo supuesto. Estos resultados pueden estar vinculados al comportamiento observado con las anomalías de *momentum* y reversión a la media que, acorde a investigaciones previas, prevalecen en distintos momentos temporales: las estrategias *momentum* generan resultados positivos a corto plazo mientras que las estrategias de reversión a la media se imponen a medio plazo. Las conclusiones obtenidas en este estudio pueden servir de inicio a investigaciones posteriores de combinación de ambas

estrategias, tendencia que está ya implantada en la literatura reciente (Forner y Marhuenda, 2003; Balvers y Wu, 2006; Velissaris, 2010; Asness et al., 2013).

El objetivo principal de esta tesis era diseñar un modelo para la estrategia de *pairs trading* que mejorase la rentabilidad obtenida por el método tradicional de la distancia. La forma para incrementar la rentabilidad era la reducción del número de operaciones con pérdidas mediante la anticipación de divergencias persistentes en los precios de las acciones, con la utilización de variables representativas del riesgo idiosincrásico de las empresas.

El resultado de la contrastación empírica ha sido positivo para tres de las cinco variables probadas. En el diseño de la prueba se eligieron las variables beneficio por acción a 12 meses, valor contable por acción, precio objetivo, recomendación y número de estimaciones. Todas ellas han sido consideradas por artículos previos como relevantes en la evolución de los precios de las acciones, bien sea por sus valores absolutos, bien sea por sus cambios. Los datos de las mismas proceden del consenso de los analistas de mercado provisto por FactSet.

La rentabilidad de la estrategia se incrementa por la incorporación de las variables BPA, VCPA y PO en las simulaciones realizadas con carteras concretas del Ibex 35, Euro Stoxx 50 y Stoxx Europe 50. Con las 104 carteras resultantes de segmentar las 799 empresas seleccionadas en el Stoxx Europe 600, se ha realizado una prueba en conjunto, resultando un impacto medio positivo para las tres variables mencionadas y para la variable recomendación.

El mayor impacto positivo en la rentabilidad se consigue con la variable precio objetivo, que ha sido introducido de forma relativamente reciente en los informes de los

analistas financieros. La variable BPA es la segunda con mayor impacto de media. La cuantía del incremento no es desdeñable: la rentabilidad media de la estrategia de las 104 carteras del Stoxx Europe 50 aumenta un 35%, aproximadamente, tanto con BPA como con PO, llegando a ser tan elevado como 90 puntos básicos mensuales, un 11% anual.

La contribución realizada a la investigación sobre la estrategia de pares se centra en cuatro puntos: (a) la mejora de la revisión bibliográfica, con una sistematización de los artículos publicados hasta el momento y una amplia recopilación de los mismos; (b) la extensión de la aplicación del método de la distancia a un conjunto de empresas y con un periodo temporal no publicado hasta el momento según nuestro conocimiento aunque muy probablemente hayan sido puestos en práctica en las gestoras de activos; (c) se ha rechazado la inclusión de una regla de limitación de pérdidas como regla para aumentar la rentabilidad de la estrategia lo que puede dar lugar a posteriores desarrollos donde se relacionen las estrategias de *momentum* y de reversión a la media; y (d) por último, se ha presentado un nuevo modelo que, incorporando variables que anticipan la divergencia permanente en los precios, incrementan la rentabilidad de la estrategia.

## Bibliografía

- Abraham, S. M. (2013). The Profitability of Contrarian Stock Pairs Identified Using a Partial Adjustment Model: An Evaluation of Chinese and Australian Stocks. *International Journal of Economics and Finance*, 5 (11), 82-94.
- Abraham, S. M. (2014a). Testing a new Contrarian Strategy between Hong Kong and the Australian Resources Sector: A Research Note. *Journal of Management Research*, 6 (1), 184-191.
- Abraham, S. M. (2014b). Testing International Momentum Strategies between Chinese and Australian Financial Markets. *International Journal of Financial Research*, 5 (1), 1-10.
- Alcaraz Varó, E., Hughes, B. y Mateo Martínez, J. (2012). *Diccionario de términos económicos, financieros y comerciales (6ª edición actualizada)*. Barcelona: Ariel.
- Alexander, C., Giblin, I. y Weddington, W. (2002). Cointegration and Asset Allocation: A New Active Hedge Fund Strategy. *Financial Risk and Financial Risk Management*, 16, 65-89.
- Almeida, T. R. (2011). *Improving Pairs Trading*. Universidad Católica Portuguesa, Facultad de Economía y Gestión.
- Al-Naymat, G. (2013). Mining Pairs-Trading Patterns: A Framework. *International Journal of Database Theory and Application*, 6 (6), 19-28.

- Alrasheedi, M. A. y Al-Ghamedi, A. A. (21 de February de 2013). Some Quantitative Issues in Pairs Trading. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 5 (6), 2264-2269.
- Andrade, S. C., di Pietro, V. y Seasholes, M. S. (2005). *Understanding the Profitability of Pairs Trading*. Manuscrito no publicado, UC Berkeley, Universidad de Northwestern.
- Arce, Ó. y Mayordomo, S. (2014). *Short-sale Constraints and Financial Stability: Evidence from the Spanish Market*. Documentos de trabajo nº 1410, Banco de España.
- Asness, C. S., Moskowitz, T. J. y Pedersen, L. H. (2013). Value and Momentum Everywhere. *The Journal of Finance*, 68 (3), 929-985.
- Atanasova, C., Gatev, E. y Li, M. (2014). *Multi-market Trading and Liquidity: Evidence from Cross-listed Companies*.
- Augustine, C. (2014). *Pairs Trading: a Copula Approach*. Trabajo de Fin de Máster, Universidad de Ciudad del Cabo, Departamento de Ciencias Actuariales.
- Avellaneda, M. y Lee, J. H. (2010). Statistical Arbitrage in the US Equities Market. *Quantitative Finance*, 10 (7), 761-782.
- Bachelier, L. (1900). Théorie de la Spéculation. *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*, 3 (17), 21–86.

- Baker, M. y Wurgler, J. (2006). Investor Sentiment and the Cross-Section of Stock Returns. *The Journal of Finance*, LXI (4), 1645-1680.
- Balvers, R. J. y Wu, Y. (2006). Momentum and Mean Reversion across National Equity Markets. *Journal of Empirical Finance*, 13 (1), 24-48.
- Balvers, R., Wu, Y. y Gilliland, E. (2000). Mean Reversion across National Stock Markets and Parametric Contrarian Investment Strategies. *The Journal of Finance*, LV(2), 745-772.
- Barber, B., Lehavy, R., McNichols, M. y Trueman, B. (2001). Can Investors Profit From the Prophets? Security Analyst Recommendations and Stock Returns. *The Journal of Finance*, 56 (2), 531-63.
- Barberis, N. y Thaler, R. (2003). A Survey of Behavioral Finance. En G. M. Constantinides, M. Harris y R. M. Stulz, *Handbook of Economics of Finance* (págs. 1051-1121). Amsterdam: Elsevier B.V.
- Barberis, N., Sheleifer, A. y Wurgler, J. (2005). Comovement. *Journal of Financial Economics*, 75 (2), 283-317.
- Baronyan, S. R., Bodoruglu, I. I. y Sener, E. (2010). Investigation of Stochastic Pairs Trading Strategies under Different Volatility Regimes. *The Manchester School*, 78 (1), 114-134.
- Baur, D. G. (2003). *What is co-movement?* Comisión Europea, Centro de Investigación Conjunta.

- Bernardi, S. y Gnoatto, A. (2010). *A Pairs Trading Strategy Applied to the European Banking Sector*.
- Bernstein, P. L. (2007). *Capital Ideas Evolving*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Bertram, W. K. (2010). Analytic Solutions for Optimal Statistical Arbitrage Trading. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*, 389 (11), 2234-2243.
- Bock, M. y Mestel, R. (2009). A Regime-switching Relative Value Arbitrage Rule. *Operations Research Proceedings 2008* (págs. 9-14). Springer Berlin Heidelberg.
- Bogomolov, T. (2011). Pairs Trading in the Land Down Under. *Finance and Corporate Governance Conference*.
- Bolgün, K. E., Kurun, E. y Güven, S. (2010). Dynamic Pairs Trading Strategy for the Companies Listed in the Istanbul Stock Exchange. *International Review of Applied Financial Issues and Economics*, 1, 27-57.
- Bowen, D. A. y Hutchinson, M. C. (2014). Pairs Trading in the UK Equity Market: Risk and Return. *The European Journal of Finance*, 1-25.
- Bowen, D., Hutchinson, M. C. y O'Sullivan, N. (2010). High Frequency Equity Pairs Trading: Transaction Costs, Speed of Execution and Patterns in Returns. *Journal of Trading*, 5 (3), 31-38.

- Broel-Plater, J. y Nisar, K. (2010). *A Wider Perspective on Pairs Trading. A Trading Application with Non-Equity Assets*. Tesis de Master, Lund University, Departamento de Económicas.
- Broussard, J. P. y Vaihekoski, M. (2012). Profitability of Pairs Trading Strategy in an Illiquid Market with Multiple Share Classes. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 22 (5), 1188-1201.
- Brown, L. D., Hagerman, R. L., Griffin, P. A. y Zmijewski, M. E. (1987). Security Analyst Superiority Relative to Univariate Time-Series Models in Forecasting Quarterly Earnings. *Journal of Accounting and Economics*, 9(1), 61-87.
- Burgess, A. N. (1999). Statistical Arbitrage Models of the FTSE 100. *Computational Finance*, 99, 297-312.
- Burgess, A. N. (2003). Using Cointegration to Hedge and Trade International Equities. En C. L. Dunis, J. Laws y P. Naïm, *Applied Quantitative Methods for Trading and Investment* (págs. 41-70). Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Burton, E. T. y Shah, S. N. (2013). *Behavioral Finance: Understanding the Social, Cognitive and Economic Debates*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Caldas, B. B., Caldeira, J. F. y Moura, G. V. (2014). *Is Pairs Trading Performance Sensitive to the Methodologies?: A Comparison*.
- Caldeira, J. F. y Moura, G. V. (2013). Selection of a Portfolio of Pairs Based on Cointegration: The Brazilian Case. *Revista Brasileira de Finanças*, 11 (5), 48-80.

- Carhart, M. M. (1997). On Persistence in Mutual Fund Performance. *Journal of Finance*, 52 (1), 57-82.
- Chen, H. J., Chen, S. J. y Li, F. (2012). *Empirical Investigation of an Equity Pairs Trading Strategy*.
- Chen, H. y Zhu, Y. (2015). An Empirical Study on the Threshold Cointegration of Chinese A and H Cross-Listed Shares. *Journal of Applied Statistics*, en imprenta, 1-14.
- Chen, P. F. y Zhang, G. (2002). *The Roles of Earnings and Book Value in Equity Valuation: A Real Options Based Analysis*.
- Chiu, M. C. y Wong, H. Y. (2015). Dynamic Cointegrated Pairs Trading: Mean–Variance Time-consistent Strategies. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 290, 516-534.
- Chng, M. (2009). There is Something about Pairs Trading. *Corporate Finance Review*, 13 (5), 27-35.
- Chng, M. T. (2007). *Understanding the Risks and Rewards for Pairs Trading*. Manuscrito no publicado, Universidad de Melbourne, Departamento de Finanzas.
- Chung, K. H. y Jo, H. (1996). The Impact of Security Analysts' Monitoring and Marketing Functions on the Market Value of Firms. *Journal of Financial and Quantitative analysis*, 31 (4), 493-512.
- Cochrane, J. C. (2001). *Asset Pricing*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

- Cui, L., Huang, K. y Cai, H. J. (2015). Application of a TGARCH-Wavelet Neural Network to Arbitrage Trading in the Metal Futures Market in China. *Quantitative Finance*, 15(2), 371-384.
- De Jong, A., Rosenthal, L. y Van Dijk, M. A. (2009). The Risk and Return of Arbitrage in Dual-Listed Companies. *Review of Finance*, 13(3), 495-520.
- Dimson, E. y Mussavian, M. (1998). A Brief Story of Market Efficiency. *European Financial Management*, 4(1), 91-193.
- Do, B. y Faff, R. (2010). Does Simple Pairs Trading Still Work? *Financial Analysts Journal*, 66(4), 83-95.
- Do, B. y Faff, R. (2012). Are Trading Profits Robust to Trading Costs? *Journal of Financial Research*, 35(2), 261-287.
- Do, B., Faff, R. y Hamza, K. (2006). *A New Approach to Modeling and Estimation for Pairs Trading*. Proceedings of 2006 Financial Management Association European Conference.
- Dunham, L. M. (2011). Momentum: The Technical Analysis Anomaly. En L. Zacks, *The Handbook of Equity Market Anomalies* (págs. 173-204). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Easterwood, J. C. y Nutt, S. R. (1999). Inefficiency in Analysts' Earnings Forecasts: Systematic Misreaction or Systematic Optimism? *Journal of Finance*, 54(5), 1777-1797.

- Ehrman, D. S. (2006). *The Handbook of Pairs Trading. Strategies Using Equities, Options, and Futures*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Elliot, R. J., Van Der Hoek, J. y Malcolm, W. P. (2005). Pairs Trading. *Quantitative Finance*, 5 (3), 271-276.
- Engelberg, J., Gao, P. y Jagannathan, R. (2009). An Anatomy of Pairs Trading: the Role of Idiosyncratic News, Common Information and Liquidity. *Third Singapore International Conference on Finance*.
- Falkenstein, E. (2009). *Finding Alpha. The Search for Alpha when Risk and Return Break Down*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Fama, E. F. (1965a). Random Walks in Stock Market Prices. *Financial Analysts Journal*, 55-59.
- Fama, E. F. (1965b). The Behaviour of Stock Market Prices. *The Journal of Business*, 38 (1), 34-105.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25 (2), 383-417.
- Fama, E. F. (2014). Two Pillars of Asset Pricing. *American Economic Review*, 104 (6), 1467-1485.
- Fama, E. F. y French, K. R. (1988). Dividend Yields and Expected Stock Returns. *Journal of Financial Economics*, 22, 3-25.

- Fama, E. F. y French, K. R. (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427-465.
- Fama, E. F. y French, K. R. (1993). Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds. *Journal of Financial Economics*, 33, 3-56.
- Fama, E. F. y French, K. R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *The Journal of Economic Perspectives*, 18(3), 25-46.
- Fama, E. F. y French, K. R. (2015). A Five-Factor Asset Pricing Model. *Journal of Financial Economics*, 116, 1-22.
- Ferreira, L. (2008). New Tools for Spread Trading. *Futures: News, Analysis & Strategies for Futures, Options & Derivatives Traders*, 37(12), 38-41.
- Figuerola-Ferretti, I., Paraskevopoulos, I. y Tang, T. (2014). *Pairs Trading and Relative Liquidity in the European Stock Market*.
- Forner, C. y Marhuenda, J. (2003). Contrarian and Momentum Strategies in the Spanish Stock Market. *European Financial Management*, 9(1), 67-88.
- Frazzini, A., Israel, R. y Moskowitz, T. (2012). *Trading Costs of Asset Pricing Anomalies*. Fama-Miller Working Paper.
- Gagnon, L. y Karolyi, G. A. (2010). Multi-Market Trading and Arbitrage. *Journal of Financial Economics*, 97, 53-80.

Galenko, A., Popova, E. y Popova, I. (2012). Trading in the Presence of Cointegration. *The Journal of Alternative Investments*, 15 (1), 85-97.

Gatev, E. G., Goetzmann, W. N. y Rouwenhorst, K. G. (1999). *Pairs Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule*. National Bureau of Economic Research.

Gatev, E. G., Goetzmann, W. N. y Rouwenhorst, K. G. (2006). Pairs Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule. *Review of Financial Studies*, 19 (3), 797-827.

Giannetti, A. y Viale, A. (2011). A Dynamic Analysis of Stock Price Ratios. *Applied Financial Economics*, 21 (6), 353-368.

Gleason, C. A., Bruce Johnson, W. y Li, H. (2013). Valuation Model Use and the Price Target Performance of Sell-Side Equity Analysts. *Contemporary Accounting Research*, 30 (1), 80-115.

Gomide, P. y Milidiú, R. L. (2010). Assessing Stock Market Time Series Predictors Quality through a Pairs Trading System. *Eleventh Brazilian Symposium on Neural Networks (SBRN)* (págs. 133-139). Sao Paulo: IEEE.

Gori, V. (2009). *Inside the Risk Arbitrage (A Global Review of Pairs Trading by Quant Methods & Strategies)*. Saarbrücken, Alemania: VDM Verlag Dr. Müller Aktiengesellschaft & Co, KG.

Gorter, G. (2006). *Pairs Trading*. Trabajo de fin de grado.

- Gupta, S. (2015). Statistical Arbitrage: Profits through Pairs Trading. *Journal of Business Management and Information Systems*, 2 (1), 140-148.
- Haque, S. M. y Haque, A. K. (2014). Pairs Trading Strategy in Dhaka Stock Exchange: Implementation and Profitability Analysis. *Asian Economic and Financial Review*, 4 (8), 1091-1105.
- Hawawini, G. y Keim, D. B. (2000). The Cross Section of Common Stock Returns: A Review of the Evidence. En D. B. Keim y W. T. Ziemba, *Security Market Imperfections in Worldwide Equity Markets* (págs. 3-43). Cambridge: Cambridge University Press.
- Herlemont, D. (2004). *Pairs Trading, Convergence Trading, Cointegration*. YATS Finances & Technologies.
- Hogan, S., Jarrow, R., Teo, M. y Warachka, M. (2004). Testing Market Efficiency using Statistical Arbitrage with Applications to Momentum and Value Strategies. *Journal of Financial Economics*, 73 (3), 525-565.
- Hong, G. y Susmel, R. (2004). *Pairs-Trading in the Asian ADR Market*. Manuscrito no publicado, Universidad de Houston.
- Huang, C. F., Hsu, C. J., Chen, C. C., Chang, B. R. y Li, C. A. (2015). An Intelligent Model for Pairs Trading Using Genetic Algorithms. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 501.

- Huck, N. (2009). Pairs Selection and Outranking: An Application to the S&P 100 Index. *European Journal of Operational Research*, 196 (2), 819-825.
- Huck, N. (2010). Pairs Trading and Outranking: The Multi-Step-Ahead Forecasting Case. *European Journal of Operational Research*, 207 (3), 1702-1716.
- Huck, N. (2013). The High Sensitivity of Pairs Trading Returns. *Applied Economics Letters*, 20 (14).
- Huck, N. (2015). Pairs Trading: Does Volatility Timing Matter? *Applied Economics*, en imprenta, 1-18.
- Huck, N. y Afawubo, K. (2015). Pairs Trading and Selection Methods: Is Cointegration Superior? *Applied Economics*, 47 (6), 599-613.
- Jacobs, B. I. y Levy, K. N. (1993). Long/Short Equity Investing. Profit from both Winners and Losers. *The Journal of Portfolio Management*, 20 (1), 52-63.
- Jacobs, B. I. y Levy, K. N. (2005). *Market Neutral Strategies*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Jacobs, H. (2014). *The Limits of the Market-Wide Limits of Arbitrage: Insights from the Dynamics of 100 Anomalies*.
- Jacobs, H. (2015). What Explains the Dynamics of 100 Anomalies? *Journal of Banking and Finance*, 57, 62-85.

- Jacobs, H. y Weber, M. (2013). *Losing Sight of the Trees for the Forest? Pairs Trading and Attention Shifts*. Manuscrito no publicado, Universidad de Mannheim, Área de Finanzas.
- Jacobs, H. y Weber, M. (2015). On the Determinants of Pairs Trading Profitability. *Journal of Financial Markets*, 23, 75-97.
- Jegadeesh, N. y Titman, S. (1993). Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. *The Journal of finance*, 48 (1), 65-91.
- Jegadeesh, N. y Titman, S. (2001). Profitability of Momentum Strategies: An Evaluation of Alternative Explanations. *The Journal of Finance*, 56 (2), 699-720.
- Jegadeesh, N. y Titman, S. (2011). Momentum. *Annual Review of Financial Economics*, 3(1), 493-509.
- Jegadeesh, N., Kim, J., Krische, S. D. y Lee, C. (2004). Analyzing the Analysts: When do Recommendations Add Value? *The Journal of Finance*, 59 (3), 1083-1124.
- Jensen, M. C. y Smith, J. C. (1984). The Theory of Corporate Finance: A Historical Overview. En M. C. Jensen y J. C. Smith, *The Modern Theory of Corporate Finance* (págs. 2-20). New York: McGraw-Hill.
- Karvinen, M. (2012). *Statistical Pairs Trading and Analyst Recommendations*. Trabajo de fin de master, Aalto University, School of Economics, Departamento de Finanzas.

- Keim, D. B. (2008). Financial Market Anomalies. En S. N. Durlauf y L. E. Blume, *The New Palgrave Dictionary of Economics. Segunda edición*. Palgrave MacMillan.
- Khan, M. (2011). Conceptual Foundations of Capital Market Anomalies. En L. Zacks y L. Zacks (Ed.), *The Handbook of Equity Markets Anomalies. Translating Market Inefficiencies into Effective Investment Strategies* (págs. 1-21). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Kindleberger, C. P. y Aliber, R. Z. (2005). *Manias, Panics, and Crashes: A History of Financial Crisis (fifth edition)*. Nueva Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Krauss, C. (2015). *Statistical Arbitrage Pairs Trading Strategies: Review and Outlook*. Discussion Paper Series 09/2015, University of Erlangen–Nürnberg, Institut für Wirtschaftspolitik und Quantitative Wirtschaftsforschung.
- Kuo, K., Luu, P., Nguyen, D., Perkerson, E., Thompson, K. y Zhang, Q. (2015). Pairs Trading: An Optimal Selling Rule. *Mathematical Control and Related Fields*, 5(3), 489-499.
- Lamont, O. A. y Thaler, R. H. (2003). Anomalies: The Law of One Price in Financial Markets. *The Journal of Economic Perspectives*, 17(4), 191-202.
- Li, F. (2013). *Evaluation of the pairs-trading strategy on the Toronto Stock Exchange: 2001-2010*. Saint Mary's University, Halifax, Nova Scotia.
- Li, M. L., Chui, C. M. y Li, C. Q. (2014). Is Pairs Trading Profitable on China AH-Share Markets? *Applied Economics Letters*, 21(16), 1116-1121.

- Liew, R. y Wu, Y. (2013). Pairs Trading: A Copula Approach. *Journal of Derivatives & Hedge Funds*, 9 (1), 12-30.
- Lin, Y.-X., McCrae, M. y Gulati, C. (2006). Loss Protection in Pairs Trading through Minimum Profit Bounds: A Cointegration Approach. *Advances in Decision Sciences*, 2006.
- Lintner, J. (1965a). Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification. *The Journal of Finance*, 20 (4), 587-615.
- Lintner, J. (1965b). The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investments in Stock portfolios and Capital Budgets. *The Review of Economic and Statistics*, 47(1), 13-37.
- Loodh, D. y Carlsson, D. (2015). *An Empirical Assessment of Statistical Arbitrage: A Cointegrated Pairs Trading Approach*. Uppsala University, Departamento de Estadística.
- Lucey, M. y Walshe, D. (2013). European Equity Pairs Trading: The Effect of Data Frequency on Risk and Return. *Journal of Business Theory and Practice*, 1 (2), 329-341.
- Malkiel, B. G. (2005). Reflections on the Efficient Market Hypothesis: 30 Years Later. *The Financial Review*, 40, 1-9.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.

- Mashele, H. P., Terblanche, S. E. y Venter, J. H. (2013). Pairs Trading on the Johannesburg Stock Exchange. *Investment Analysts Journal*, 42 (78), 13-26.
- Mavrakis, E. y Alexakis, C. (2011). *Market Performance Effects on Pairs Trading Strategies: Evidences on Banks' Equity Shares in Germany and Greece*. Manuscrito no publicado, Universidad de Piraeus.
- Modigliani, F. y Pogue, G. A. (1974). An Introduction to Risk and Return: Concepts and Evidence. *Financial Analyst Journal*, 68-80.
- Mori, M. y Ziobrowski, A. J. (2011). Performance of Pairs Trading Strategy in the US REIT market. *Real Estate Economics*, 39 (3), 409-428.
- Mudchanatongsuk, S., Primbs, J. A. y Wong, W. (2008). Optimal Pairs Trading: A Stochastic Control Approach. *American Control Conference*, (págs. 1035-1039).
- Mukherji, S. (2011). Are Stock Returns Still Mean-Reverting? *Review of Financial Economic*, 20 (1), 22-27.
- Murota, M. y Inque, J. (2014). Large-Scale Empirical Study on Pairs Trading for All Possible Pairs of Stocks Listed in the First Section of the Tokyo Stock Exchange. *Evolutionary and Institutional Economics Review*,, 1-19.
- Murray, M. P. (1994). A Drunk And Her Dog: An Illustration of Cointegration and Error Correction. *The American Statistician*, 48 (1), 37-39.

- Muslumov, A., Yuksel, A. y Yuksel, S. A. (2009). The Profitability of Pairs Trading in an Emerging Market Setting: Evidence from the Istanbul Stock Exchange. *Empirical Economics Letters*, 8 (5), 1-6.
- Nath, P. (2004). *High Frequency Pairs Trading with US Treasury Securities: Risks and Rewards for Hedge Funds*. SSRN Working Paper Series, London Business School.
- Nilsson, O. y Okumu, E. L. (2014). *On Statistical Arbitrage: Cointegration and Vector Error-Correction in the Energy Sector*.
- Papadakis, G. y Wysocki, P. (2008). *Pairs Trading and Accounting Information*. Working Paper, Boston University y MIT.
- Perlin, M. S. (2007). *M of a Kind: A Multivariate Approach at Pairs Trading*. Papeles de trabajo, Universidad de Reading, ICMA.
- Perlin, M. S. (2009). Evaluation of Pairs Trading Strategy at the Brazilian Financial Market. *Journal of Derivatives & Hedge Funds*, 15 (2), 122-136.
- Pizzutilo, F. (2013). A Note on the Effectiveness of Pairs Trading For Individual Investors. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 3 (3), 763-771.
- Poterba, J. M. y Summers, L. H. (1988). Mean Reversion in Stock Prices: Evidence and Implications. *Journal of Financial Economics*, 22 (1), 27-59.

Puspaningrum, H. (2012). *Pairs Trading Using Cointegration Approach*. Doctor of Philosophy Thesis, University of Wollongong, School of Mathematics and Applied Statistics.

Puspaningrum, H., Lin, Y. X. y Gulati, C. (2010). Finding the Optimal Pre-set Boundaries for Pairs Trading Strategy based on Cointegration Technique. *Journal of Statistical Theory and Practice*, 4 (3), 391-419.

Rad, H., Low, R. K. y Faff, R. W. (2015). *The Profitability of Pairs Trading Strategies: Distance, Cointegration, and Copula Methods*. Manuscrito no publicado.

Reiakvam, O. H. y Thyness, S. B. (2011). *Pairs Trading in the Aluminum Market: A Cointegration Approach*. Manuscrito no publicado.

Ritter, J. R. (2003). Behavioral Finance. *Pacific-Basin Finance Journal*, 11 (4), 429-437.

Ross, S. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Pricing. *Journal of Economic Theory*, 13 (3), 341-360.

Samuelson, P. A. (1965). Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. *Industrial Management Review*, 6 (2), 41-49.

Schizas, P., Thomakos, D. D. y Wang, T. (2011). *Pairs Trading on International ETFs*.

Schmidt, A. D. (2008). *Pairs Trading: A Cointegration Approach*. Trabajo de fin de grado, Universidad de Sidney.

- Schultz, P. H. y Shive, S. (2010). Mispricing of Dual-Class Shares: Profit Opportunities, Arbitrage, and Trading. *Journal of Financial Economics*, 98 (3), 524-549.
- Schwert, G. W. (2003). Anomalies and Market Efficiency. En G. M. Constantinides, M. Harris y R. M. Stulz, *Handbook of the Economics of Finance*. Amsterdam: Elsevier B. V.
- Sewell, M. (2011). *History of the Efficient Market Hypothesis*. Research Note, University College London, London.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 19 (3), 425-442.
- Shiller, R. J. (1999). Human Behavior and the Efficiency of the Financial System. En J. Taylor y M. Woodford, *Handbook of Macroeconomics*. (Vol. 1, págs. 1305-1340). Elsevier.
- Sip-Yap, D. (2009). *Evaluation of the Pairs Trading Strategy in the Canadian Market*. Trabajo de fin de master.
- Smitten, R. (2005). *Trade Like Jesse Livermore*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Song, Q. y Zhang, Q. (2013). An Optimal Pairs-Trading Rule. *Automatica*, 49 (10), 3007-3014.

- Spierdijk, L. y Bikker, J. (2012). *Mean Reversion in Stock Prices: Implications for Long-Term Investors*. Papeles de Trabajo, De Nederlandsche Bank.
- Stambaugh, R. F., Yu, J. y Yuan, Y. (2012). The Short of It: Investor Sentiment and Anomalies. *Journal of Financial Economics*, 104 (2), 288-302.
- Subrahmanyam, A. (2010). The Cross-Section of Expected Stock Returns: What Have we learnt from the Twenty-Five Years of Research. *European Financial Management*, 16 (1), 27-42.
- Thomaidis, N. S., Kondakis, N. y Dounias, G. (2006). An Intelligent Statistical Arbitrage Trading System. *Advances in Artificial Intelligence*, 596-599.
- Thorp, E. (2005). A Perspective on Quantitative Finance: Models for Beating the Market. En P. Wilmott, *The Best of Wilmott 1: Incorporating the Quantitative Finance Review* (págs. 33-38). Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.
- Tourin, A. y Yan, R. (2013). Dynamic Pairs Trading Using the Stochastic Control Approach. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37 (10), 1972-1981.
- Tweedy, Browne Company LLC. (2009). *What Has Worked in Investing: Studies of Investment Approaches and Characteristics Associated con Exceptional Returns*.
- Velasquez, M. (2008). Normative Theory versus Positive Theory. En R. W. Kolb, *Encyclopedia of Business Ethics and Society* (págs. 1524-1525). Thousand Oaks, California: SAGE Publications, Inc.

Velissaris, J. (2010). *Diversified Statistical Arbitrage: Dynamically Combining Mean Reversion and Momentum Investment Strategies*.

Vidyamurthy, G. (2004). *Pairs Trading. Quantitative Methods and Analysis*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Whistler, M. (2004). *Trading Pairs. Capturing Profits and Hedging Risk with Statistical Arbitrage Strategies*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Williams, J. B. (1938). *The Theory of Investment Value*. BN Publishing.

Xie, W. y Wu, Y. (2013). Copula-Based Pairs Trading Strategy. *Asian Finance Association (AsFA) Conference 2013*.

Xie, W., Liew, Q. R., Wu, Y. y Zou, X. (2014). *Pairs Trading with Copulas*.

Yu, S. (2011). Pairs Trading on Divergent Analyst Recommendations. *Journal of Investment Management*, 9(4), 75-95.

Zeng, Z. y Lee, C. G. (2014). Pairs Trading: Optimal Thresholds and Profitability. *Quantitative Finance*, 14(11), 1881-1893.

## Referencias de Internet

*Bolsa de Madrid.* <http://www.bolsamadrid.es> (última consulta, el 12 de julio de 2015).

*FactSet Research Systems, Inc.* <http://www.factset.com> (última consulta, el 9 de octubre de 2015).

*Industry Classification Benchmark (ICB).* <http://www.icbenchmark.com> (última consulta, el 13 de julio de 2015).

*Quote Investigator.* <http://quoteinvestigator.com> (última consulta, el 1 de agosto de 2015).

*STOXX, Limited.* <https://www.stoxx.com> (última consulta, el 13 de julio de 2015).

## Anexo 1: Desglose de los criterios país y moneda

<b>País</b>	<b>Código del país</b>	<b>Fecha entrada en el euro</b>	<b>Tipo de cambio de entrada en el euro</b>	<b>Moneda previa al euro</b>	<b>Moneda actual</b>
Austria	AT	31-dic-98	13,7603	ATS	EUR
Bélgica	BE	31-dic-98	40,3399	BEF	EUR
Suiza	CH				CHF
República Checa	CZ				CZK
Alemania	DE	31-dic-98	1,95583	DEM	EUR
Dinamarca	DK				DKK
España	ES	31-dic-98	166,386	ESP	EUR
Finlandia	FI	31-dic-98	5,94573	FIM	EUR
Francia	FR	31-dic-98	6,55957	FRF	EUR
Reino Unido	GB				GBP
Grecia	GR	19-jun-00	340,75	GRD	EUR
Irlanda	IE	31-dic-98	0,787564	IEP	EUR
Islandia	IS				ISK
Italia	IT	31-dic-98	1.936,27	ITL	EUR
Luxemburgo	LU	31-dic-98	40,3399	LUF	EUR
Holanda	NL	31-dic-98	2,20371	NLG	EUR
Noruega	NO				NOK
Portugal	PT	31-dic-98	200,482	PTE	EUR
Suecia	SE				SEK

Fuente: Stoxx, Banco Central Europeo (ECB) y elaboración propia

## Anexo 2: Clasificación ICB de sectorialización

	Industria		Super-sector		Sector		Sub-sector						
0001	Petróleo y gas	0500	Petróleo y gas	0530	Productores de petróleo y gas	0533	Exploración y producción						
						0537	Petróleo y gas integrado						
						0570	Equipos, servicios y distribución petrolera	0573	Equipos y servicios petroleros				
								0577	Ductos				
						0580	Energía alternativa	0583	Equipos de energías renovables				
								0587	Combustibles alternativos				
1000	Materias básicas	1300	Productos químicos	1350	Productos químicos	1353	Productos químicos básicos						
						1357	Productos químicos especializados						
						1700	Recursos básicos	1730	Silvicultura y papel	1733	Silvicultura		
										1737	Papel		
								1750	Metales industriales y minería	1753	Aluminio		
						1755	Metales no ferrosos						
		1757	Hierro y acero										
		1770	Minería	1771	Carbón	1773	Diamantes y piedras preciosas						
						1775	Minería general						
						1777	Minería de oro						
						1779	Platino y metales preciosos						
						2000	Industriales	2300	Construcción y materiales	2350	Construcción y materiales	2353	Materiales de construcción e instalaciones fijas
												2357	Construcción pesada
		2700	Bienes y servicios industriales	2710	Aeroespacial y defensa							2713	Aeroespacial
						2720	Productos industriales generales	2723	Envases y embalajes				
								2727	Actividad industrial diversificada				
				2730	Equipos eléctricos y electrónicos	2733	Componentes y equipos eléctricos						
						2737	Equipos electrónicos						
				2750	Ingeniería industrial	2753	Vehículos y camiones comerciales						
2757	Maquinaria industrial												
2770	Transporte industrial			2771	Servicios de entrega	2773	Transporte marítimo						
						2775	Ferrocarriles						
						2777	Servicios de transporte						
						2779	Transporte en camión						
						2790	Servicios de apoyo	2791	Servicios de apoyo empresarial	2793	Agencias de formación profesional y de colocaciones		
2795	Administración financiera												

Industria		Super-sector		Sector		Sub-sector	
						2797	Proveedores industriales
						2799	Servicios de eliminación de desechos
3000	Bienes de consumo	3300	Automóviles y repuestos	3350	Automóviles y repuestos	3353	Automóviles
						3355	Repuestos de automóviles
						3357	Neumáticos
		3500	Alimentación y bebida	3530	Bebidas	3533	Cerveceras
						3535	Destilerías y vinicultores
						3537	Bebidas no alcohólicas
				3570	Productores de alimentos	3573	Agricultura, ganadería e industria pesquera
						3577	Productos alimenticios
		3700	Artículos personales y para el hogar	3720	Artículos para el hogar y construcción de viviendas	3722	Productos para el hogar duraderos
						3724	Artículos para el hogar no duraderos
						3726	Muebles
						3728	Construcción de viviendas
				3740	Productos de ocio	3743	Bienes de consumo electrónicos
						3745	Productos recreativos
						3747	Juguetes
				3760	Artículos personales	3763	Ropa y accesorios
						3765	Calzado
						3767	Productos personales
				3780	Tabaco	3785	Tabaco
4000	Atención de la salud	4500	Atención de la salud	4530	Servicios y equipo de atención a la salud	4533	Proveedores de atención a la salud
						4535	Equipo médico
						4537	Insumos médicos
				4570	Fármacos y biotecnología	4573	Biotecnología
						4577	Fármacos
5000	Servicios al consumidor	5300	Minoristas	5330	Minoristas de alimentación y medicamentos	5333	Minoristas de medicamentos
						5337	Minoristas y mayoristas de alimentos
				5370	Minoristas generales	5371	Minoristas de ropa
						5373	Minoristas diversificados
						5375	Minoristas de materiales para mejoras en el hogar
						5377	Servicios al consumidor especializados
						5379	Minoristas especializados
		5500	Medios de comunicación	5550	Medios de comunicación	5553	Programación y entretenimiento
						5555	Agencias de medios
						5557	Editoriales
		5700	Viajes y ocio	5750	Viajes y ocio	5751	Líneas aéreas
						5752	Juegos de azar
						5753	Hoteles
						5755	Servicios recreativos
						5757	Restaurantes y bares

Industria		Super-sector		Sector		Sub-sector	
						5759	Viajes y turismo
6000	Telecomunicaciones	6500	Telecomunicaciones	6530	Telecomunicaciones de línea fija	6535	Telecomunicaciones de línea fija
				6570	Telecomunicaciones móviles	6575	Telecomunicaciones móviles
7000	Servicios públicos	7500	Servicios públicos	7530	Electricidad	7535	Electricidad convencional
						7537	Electricidad alternativa
				7570	Gas, agua y servicios múltiples	7573	Distribución de gas
						7575	Multiservicios
						7577	Agua
8000	Servicios financieros	8300	Bancos	8350	Bancos	8355	Bancos
		8500	Seguros	8530	Seguros de no vida	8532	Seguros diversificados
						8534	Agentes de seguros
						8536	Seguros de propiedad y desarrollo inmobiliario
						8538	Reaseguro
				8570	Seguros de vida	8575	Seguros de vida
		8600	Bienes raíces	8630	Inversiones y servicios inmobiliarios	8633	Propiedad y desarrollo inmobiliario
						8637	Servicios inmobiliarios
				8670	Fondos de inversión inmobiliaria	8671	REIT industriales y de oficinas
						8672	REIT minoristas
						8673	REIT residenciales
						8674	REIT diversificadas
						8675	REIT especializados
						8676	REIT hipotecarios
						8677	REIT hoteleros
		8700	Servicios financieros	8770	Servicios financieros	8771	Administradores de activos
						8773	Financiamiento del consumo
						8775	Finanzas especializadas
						8777	Servicios de inversión
						8779	Finanzas hipotecarias
				8980	Instrumentos de inversión de renta variable	8985	Instrumentos de inversión de renta variable
				8990	Instrumentos de inversión de renta fija	8995	Instrumentos de inversión de renta fija
9000	Tecnología	9500	Tecnología	9530	Software y servicios informáticos	9533	Servicios informáticos
						9535	Internet
						9537	Software
				9570	Hardware y equipos de alta tecnología	9572	Hardware
						9574	Equipo electrónico de oficina
						9576	Semiconductores
						9578	Equipo de telecomunicaciones

Fuente: Estructura y definiciones de industrias (2012). Recuperado el 12 de julio de 2015 de <http://www.icbenchmark.com/>

## Anexo 3: Ibex 35: selección de empresas

Nº	Ticker	Nombre	Industria	Super-sector	Nº	Ticker	Nombre	Industria	Super-sector
1	1005Q SM	Ferrovial Agroman	2000	2300	54	HHU SM	Huarte	2000	2300
2	3465593Q SM	Grupo Ferrovial	2000	2300	55	HIS SM	Hispania	8000	8600
3	3593258Q SM	Amadeus	9000	9500	56	IAG SM	IAG	5000	5700
4	A3M SM	Atresmedia	5000	5500	57	IBE SM	Iberdrola	7000	7500
5	ABE SM	Abertis	2000	2700	58	IBLA SM	Iberia	5000	5700
6	ABG SM	Abengoa-A	0001	0500	59	IBR SM	Iberdrola Renovables	7000	7500
7	ABG/P SM	Abengoa-B	0001	0500	60	IDR SM	Indra	9000	9500
8	ACR SM	Aceralia	1000	1700	61	ITX SM	Inditex	5000	5300
9	ACS SM	ACS	2000	2300	62	JAZ SM	Jazztel	6000	6500
10	ACX SM	Acerinox	1000	1700	63	LOR SM	Arcelor	1000	1700
11	AGS SM	Aguas de Barcelona	7000	7500	64	MAP SM	Mapfre	8000	8500
12	ALB SM	C. F. Alba	8000	8700	65	MEL SM	Melia Hoteles	5000	5700
13	ALT SM	Altadis	3000	3700	66	MTF SM	Martinsa Fadesa	8000	8600
14	AMP SM	Ampe	9000	9500	67	MTS SM	Arcelormittal	1000	1700
15	AMS SM	Amadeus-A	2000	2700	68	MVC SM	Metrovacesa	8000	8600
16	ANA SM	Acciona	2000	2300	69	NHH SM	NH Hoteles	5000	5700
17	ARA SM	Aragonesas	1000	1300	70	OHL SM	OHL	2000	2300
18	ARG SM	Argentaria	8000	8300	71	POP SM	Banco Popular	8000	8300
19	ASL SM	Asland	2000	2300	72	PRS SM	Prisa	5000	5500
20	AUM SM	Aurea	2000	2700	73	PUL SM	Puleva	3000	3500
21	AZC SM	Asturiana de Zinc	1000	1700	74	REE SM	Red Eléctrica	7000	7500
22	BBVA SM	BBVA	8000	8300	75	REP SM	Repsol	0001	0500
23	BCH SM	BCH	8000	8300	76	REY SM	Reyal Urbis	8000	8600
24	BKIA SM	Bankia	8000	8300	77	SAB SM	Sabadell	8000	8300
25	BKT SM	Bankinter	8000	8300	78	SAN SM	Santander	8000	8300
26	BME SM	Bolsas y Mercados	8000	8700	79	SAR SM	Sarrió	1000	1700
27	BTO SM	Banesto	8000	8300	80	SCYR SM	Sacyr	2000	2300
28	CABK SM	Caixabank	8000	8300	81	SEV SM	Sevillana	7000	7500
29	CAN SM	Hidrocarbónico	7000	7500	82	SGC SM	Sogecable	5000	5500
30	CEP SM	Cepsa	0001	0500	83	SPS SM	SPS	2000	2700
31	COL SM	Colonial	8000	8600	84	TEF SM	Telefónica	6000	6500
32	CRF SM	Carrefour	5000	5300	85	TEM SM	Telefónica Móviles	6000	6500
33	CTE SM	Continente	5000	5300	86	TL5 SM	Mediaset	5000	5500
34	CTF SM	Cortefiel	5000	5300	87	TPI SM	Yell Publicidad	5000	5500
35	DIA SM	DIA	5000	5300	88	TPZ SM	Telepizza	5000	5700
36	DRC SM	Dragados	2000	2300	89	TRE SM	Técnicas Reunidas	0001	0500
37	EBA SM	Ebro Agrícolas	3000	3500	90	TRR SM	Terra Networks	9000	9500
38	EBRO SM	Ebro Foods	3000	3500	91	TUB SM	Tubacex	1000	1700
39	ECR SM	Ercros	1000	1300	92	UNF SM	Unión Fenosa	7000	7500
40	ELE SM	Endesa	7000	7500	93	URA SM	Uralita	2000	2300
41	ENC SM	Ence	1000	1700	94	URB SM	Urbis	8000	8600
42	ENG SM	Enagas	7000	7500	95	VDR SM	Portland Valderrivas	2000	2300
43	EXT SM	Banco Exterior	8000	8300	96	VIS SM	Viscofan	3000	3500
44	EZE SM	Ezentis	9000	9500	97	ZEL SM	Zeltia	4000	4500
45	FAD SM	Fadesa	8000	8600	98	ZOT SM	Zardoya Otis	2000	2700
46	FCC SM	FCC	2000	2300	99	2260225Q SM	Cristaleria	3000	3700
47	FEC SM	Fecsa	7000	7500	100	PSG SM	Prosegur	2000	2700
48	FER SM	Ferrovial	2000	2300	101	4527335Z SM	Carburos Metálicos	1000	1300
49	FOC SM	Focsa	2000	2300	102	AZU SM	Azucarera	3000	3500
50	GAM SM	Gamesa	0001	0500	103	HID SM	Hidrovia	7000	7500
51	GAS SM	Gas Natural	7000	7500	104	BHSE SM	Banco Hispano	8000	8300
52	GES SM	Gesa	7000	7500	105	PMD SM	BP Oil España	0001	0500
53	GRF SM	Grifols	4000	4500					

Fuente: Bolsas y mercados, Bloomberg y elaboración propia

## Anexo 4: Ibex 35: carteras analizadas

### Fase 1: Ibex 35: carteras analizadas

Nº cartera	Nº acciones	Países	Moneda	Tamaño	Industria		Supersector	Estilo
1	105	ES	EUR	Todos	Todos		Todos	Todos
2	11	ES	EUR	Todos	1000	Materias básicas	Todos	Todos
3	20	ES	EUR	Todos	2000	Productos industriales	Todos	Todos
4	15	ES	EUR	Todos	5000	Servicios al consumidor	Todos	Todos
5	13	ES	EUR	Todos	7000	Servicios públicos	Todos	Todos
6	22	ES	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	Todos	Todos
7	14	ES	EUR	Todos	2000	Productos industriales	2300 Construcción y materiales	Todos
8	12	ES	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	8300 Bancos	Todos

Fuente: Bolsas y Mercados, FactSet y elaboración propia.

### Fase 2: Ibex 35: carteras analizadas

Nº cartera	Nº acciones	Países	Moneda	Tamaño	Industria		Supersector	Estilo
1	73	ES	EUR	Todos	Todos		Todos	Todos
2	15	ES	EUR	Todos	2000	Productos industriales	Todos	Todos
3	14	ES	EUR	Todos	5000	Servicios al consumidor	Todos	Todos
4	13	ES	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	Todos	Todos

Fuente: Bolsas y Mercados, FactSet y elaboración propia.

## Anexo 5: Euro Stoxx 50: selección de empresas

Nº	Ticker	Nombre	Industria	Supersector	Nº	Ticker	Nombre	Industria	Supersector
1	ABI BB	Anheuser-Busch	3000	3500	39	IBE SM	Iberdrola	7000	7500
2	ACA FP	Credit Agricole	8000	8300	40	INGA NA	ING Groep	8000	8500
3	AGN NA	Aegon	8000	8500	41	ISP IM	Intesa Sanpaolo	8000	8300
4	AH NA	Koninklijke Ahold	5000	5300	42	ITX SM	Inditex	5000	5300
5	AI FP	Air Liquide	1000	1300	43	KER FP	Kering	5000	5300
6	AIR FP	Airbus Group	2000	2700	44	LG FP	Lafarge	2000	2300
7	ALBK ID	Allied Irish Banks	8000	8300	45	MC FP	LVMH	3000	3700
8	ALO FP	Alstom	2000	2700	46	MT NA	Arcelormittal	1000	1700
9	ALU FP	Alcatel-Lucent	9000	9500	47	MUV2 GR	Muenchener Rueckver	8000	8500
10	ALV GR	Allianz	8000	8500	48	NOK1V FH	Nokia	9000	9500
11	ASML NA	ASML Holding	9000	9500	49	OR FP	L'Oreal	3000	3700
12	AVE FP	Aventis	4000	4500	50	ORA FP	Orange	6000	6500
13	BAS GR	Basf	1000	1300	51	PHIA NA	Koninklijke Philips	2000	2700
14	BAYN GR	Bayer	1000	1300	52	RDA NA	Royal Dutch Petroleum	0001	0500
15	BBVA SM	BBVA	8000	8300	53	REP SM	Repsol	0001	0500
16	BMW GR	BMW	3000	3300	54	RNO FP	Renault	3000	3300
17	BN FP	Danone	3000	3500	55	RWE GR	RWE	7000	7500
18	BNP FP	BNP Paribas	8000	8300	56	SAN FP	Sanofi	4000	4500
19	CA FP	Carrefour	5000	5300	57	SAN SM	Santander	8000	8300
20	CRH ID	CRH	2000	2300	58	SAP GR	Sap	9000	9500
21	CS FP	Axa	8000	8500	59	SGO FP	Saint Gobain	2000	2300
22	DAI GR	Daimler	3000	3300	60	SIE GR	Siemens	2000	2700
23	DB1 GR	Deutsche Boerse	8000	8700	61	SPI IM	Sanpaolo Imi	8000	8300
24	DBK GR	Deutsche Bank	8000	8300	62	SU FP	Schneider Electric	2000	2700
25	DG FP	Vinci	2000	2300	63	SZE FP	Suez	7000	7500
26	DPW GR	Deutsche Post	2000	2700	64	TEF SM	Telefonica	6000	6500
27	DTE GR	Deutsche Telekom	6000	6500	65	TI IM	Telecom Italia (viejas)	6000	6500
28	EI FP	Essilor International	4000	4500	66	TIM IM	TIM	6000	6500
29	ELE SM	Endesa	7000	7500	67	TIT IM	Telecom Italia	6000	6500
30	ENEL IM	Enel	7000	7500	68	UCG IM	Unicredit	8000	8300
31	ENI IM	Eni	0001	0500	69	UL NA	Unibail-Rodamco	8000	8600
32	EOAN GR	E.On	7000	7500	70	UNA NA	Unilever	3000	3500
33	FORA NA	Fortis	8000	8500	71	VIV FP	Vivendi	5000	5500
34	FP FP	Total	0001	0500	72	VOW GR	Volkswagen	3000	3300
35	G IM	Generali	8000	8500	73	VOW3 GR	Volkswagen-Pref	3000	3300
36	GLE FP	Societe Generale	8000	8300	74	3577044Z	RBS Holdings	8000	8300
37	GSZ FP	Gdf Suez	7000	7500	75	63DU GR	Deutsche Boerse (n)	8000	8700
38	HVM GR	HVB Group	8000	8300					

Fuente: FactSet, Bloomberg y elaboración propia

## Anexo 6: Euro Stoxx 50: carteras analizadas

### Fase 1: Euro Stoxx 50: carteras analizadas

Nº cartera	Nº acciones	Países	Moneda	Tamaño	Industria	Supersector	Estilo
1	75	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
2	43	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
3	22	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Crecimiento
4	10	Todos	EUR	Todos	2000	Productos industriales	Todos
5	10	Todos	EUR	Todos	3000	Bienes de consumo	Todos
6	22	Todos	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	Todos
7	12	Todos	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	Todos
8	12	Todos	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	8300 Bancos
9	18	DE	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
10	10	DE	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
11	26	FR	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
12	12	FR	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
13	11	FR	EUR	Todos	Todos	Todos	Crecimiento
14	11	NL	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos

Fuente: Stoxx, Bloomberg, FactSet y elaboración propia.

### Fase 2: Euro Stoxx 50: carteras analizadas

Nº cartera	Nº acciones	Países	Moneda	Tamaño	Industria	Supersector	Estilo
1	74	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
2	43	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
3	22	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Crecimiento
4	10	Todos	EUR	Todos	2000	Productos industriales	Todos
5	10	Todos	EUR	Todos	3000	Bienes de consumo	Todos
6	21	Todos	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	Todos
7	12	Todos	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	Todos
8	12	Todos	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	8300 Bancos
9	17	DE	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
10	10	DE	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
11	26	FR	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
12	12	FR	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
13	11	FR	EUR	Todos	Todos	Todos	Crecimiento
14	11	NL	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos

Fuente: Stoxx, Bloomberg, FactSet y elaboración propia.

## Anexo 7: Stoxx Europe 50: selección de empresas

Nº	Ticker	Nombre	Industria	Supersector	Nº	Ticker	Nombre	Industria	Supersector
1	AAL LN	Anglo American	1000	1700	44	MC FP	LVMH	3000	3700
2	ABBN VX	ABB	2000	2700	45	MT NA	Arcelormittal	1000	1700
3	ABI BB	Anheuser-Busch	3000	3500	46	MUV2 GR	Muenchener Rueckver.	8000	8500
4	AGN NA	Aegon	8000	8500	47	NESN VX	Nestle	3000	3500
5	AI FP	Air Liquide	1000	1300	48	NG/ LN	National Grid	7000	7500
6	ALU FP	Alcatel-Lucent	9000	9500	49	NOK1V FH	Nokia	9000	9500
7	ALV GR	Allianz	8000	8500	50	NOVN VX	Novartis	4000	4500
8	AV/ LN	Aviva	8000	8500	51	OR FP	L'Oreal	3000	3700
9	AZN LN	Astrazeneca	4000	4500	52	ORA FP	Orange	6000	6500
10	BARC LN	Barclays	8000	8300	53	PHIA NA	Philips	2000	2700
11	BAS GR	Basf	1000	1300	54	PRU LN	Prudential	8000	8500
12	BATS LN	British American Tobacco	3000	3700	55	RB/ LN	Reckitt Benckiser	3000	3700
13	BAYN GR	Bayer	1000	1300	56	RBS LN	RBOS	8000	8300
14	BBVA SM	BBVA	8000	8300	57	RDSA NA	Royal Dutch Shell-A	0001	0500
15	BG/ LN	BG Group	0001	0500	58	RIO LN	Rio Tinto	1000	1700
16	BLT LN	Bhp Billiton	1000	1700	59	ROG VX	Roche	4000	4500
17	BNP FP	BNP Paribas	8000	8300	60	RWE GR	RWE	7000	7500
18	BP/ LN	BP	0001	0500	61	SAN FP	Sanofi	4000	4500
19	BT/A LN	BT	6000	6500	62	SAN SM	Santander	8000	8300
20	CA FP	Carrefour	5000	5300	63	SAP GR	SAP	9000	9500
21	CFR VX	Cie Financiere Richemon	3000	3700	64	SIE GR	Siemens	2000	2700
22	CS FP	Axa	8000	8500	65	STAN LN	Standard Chartered	8000	8300
23	CSGN VX	Credit Suisse	8000	8300	66	SU FP	Schneider Electric	2000	2700
24	DAI GR	Daimler	3000	3300	67	TEF SM	Telefonica	6000	6500
25	DBK GR	Deutsche Bank	8000	8300	68	TIT IM	Telecom Italia	6000	6500
26	DGE LN	Diageo	3000	3500	69	TSCO LN	Tesco	5000	5300
27	DTE GR	Deutsche Telekom	6000	6500	70	UBSG VX	UBS	8000	8300
28	ENI IM	ENI	0001	0500	71	UCG IM	Unicredit	8000	8300
29	EOAN GR	E.On	7000	7500	72	ULVR LN	Unilever	3000	3700
30	ERICB SS	Ericsson-B	9000	9500	73	UNA NA	Unilever-CVA	3000	3500
31	FP FP	Total	0001	0500	74	VIV FP	Vivendi	5000	5500
32	G IM	Generali	8000	8500	75	VOD LN	Vodafone	6000	6500
33	GLE FP	Societe Generale	8000	8300	76	ZURN VX	Zurich	8000	8500
34	GLEN LN	Glencore	1000	1700	77	HBOS LN	HBOS	8000	8300
35	GSK LN	Glaxosmithkline	4000	4500	78	SZE FP	Suez	7000	7500
36	GSZ FP	Gdf Suez	7000	7500	79	3577044Z NA	RBS	8000	8300
37	HMB SS	Hennes & Mauritz-B	5000	5300	80	TI IM	Telecom Italia (viejas)	6000	6500
38	HSBA LN	Hsbc Holdings	8000	8300	81	FORA NA	Fortis	8000	8500
39	IBE SM	Iberdrola	7000	7500	82	RDA NA	Royal Dutch Petroleum	0001	0500
40	IMT LN	Imperial Tobacco	3000	3700	83	UBSN SW	UBS	8000	8700
41	INGA NA	ING Groep	8000	8500	84	SHEL LN	Shell Transport & Trad.	0001	0500
42	ISP IM	Intesa Sanpaolo	8000	8300	85	RUKN VX	Swiss Re	8000	8500
43	LLOY LN	Lloyds	8000	8300					

Fuente: FactSet, Bloomberg y elaboración propia

## Anexo 8: Stoxx Europe 50: carteras analizadas

### Fase 1: Stoxx Europe 50: carteras analizadas

Nº cartera	Nº acciones	Países	Moneda	Tamaño	Industria	Supersector	Estilo
1	85	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos
2	46	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Valor
3	23	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Crecimiento
4	12	Todos	Todos	Todos	3000 Bienes de consumo	Todos	Todos
5	28	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	Todos	Todos
6	16	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	Todos	Valor
7	16	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	8300 Bancos	Todos
8	10	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	8300 Bancos	Valor
9	11	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	8500 Seguros	Todos
10	47	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
11	31	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
12	12	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Crecimiento
13	15	Todos	EUR	Todos	8000 Servicios financieros	Todos	Todos
14	10	Todos	EUR	Todos	8000 Servicios financieros	Todos	Valor
15	10	CH	CHF	Todos	Todos	Todos	Todos
16	11	DE	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
17	15	FR	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
18	26	GB	GBP	Todos	Todos	Todos	Todos
19	11	GB	GBP	Todos	Todos	Todos	Valor

Fuente: Stoxx, Bloomberg, FactSet y elaboración propia.

### Fase 2: Stoxx Europe 50: carteras analizadas

Nº cartera	Nº acciones	Países	Moneda	Tamaño	Industria	Supersector	Estilo
1	84	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos
2	46	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Valor
3	23	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Crecimiento
4	12	Todos	Todos	Todos	3000 Bienes de consumo	Todos	Todos
5	28	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	Todos	Todos
6	16	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	Todos	Valor
7	16	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	8300 Bancos	Todos
8	10	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	8300 Bancos	Valor
9	11	Todos	Todos	Todos	8000 Servicios financieros	8500 Seguros	Todos
10	47	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
11	31	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Valor
12	12	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos	Crecimiento
13	15	Todos	EUR	Todos	8000 Servicios financieros	Todos	Todos
14	10	Todos	EUR	Todos	8000 Servicios financieros	Todos	Valor
15	10	CH	CHF	Todos	Todos	Todos	Todos
16	11	DE	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
17	15	FR	EUR	Todos	Todos	Todos	Todos
18	25	GB	GBP	Todos	Todos	Todos	Todos
19	11	GB	GBP	Todos	Todos	Todos	Valor

Fuente: Stoxx, Bloomberg, FactSet y elaboración propia.

## Anexo 9: Stoxx Europe 600: carteras analizadas

### Fase 1: Stoxx Europe 600: carteras analizadas

Nº cartera	Nº acciones	País	Moneda	Tamaño	Industria	Supersector	
1	960	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	
2	45	Todos	Todos	Todos	0001	Petróleo y gas	
3	64	Todos	Todos	Todos	1000	Materias básicas	
4	189	Todos	Todos	Todos	2000	Productos industriales	
5	105	Todos	Todos	Todos	3000	Bienes de consumo	
6	49	Todos	Todos	Todos	4000	Atención de la salud	
7	130	Todos	Todos	Todos	5000	Servicios al consumidor	
8	42	Todos	Todos	Todos	6000	Telecomunicaciones	
9	45	Todos	Todos	Todos	7000	Servicios públicos	
10	240	Todos	Todos	Todos	8000	Servicios financieros	
11	51	Todos	Todos	Todos	9000	Tecnología	
12	33	Todos	Todos	Todos	1000	1300	Productos químicos
13	31	Todos	Todos	Todos	1000	1700	Recursos básicos
14	33	Todos	Todos	Todos	2000	2300	Construcción y materiales
15	156	Todos	Todos	Todos	2000	2700	Bienes y servicios industriales
16	43	Todos	Todos	Todos	3000	3500	Alimentación y bebida
17	44	Todos	Todos	Todos	3000	3700	Artículos personales y para el hogar
18	49	Todos	Todos	Todos	5000	5300	Minoristas
19	48	Todos	Todos	Todos	5000	5500	Medios de comunicación
20	33	Todos	Todos	Todos	5000	5700	Viajes y ocio
21	84	Todos	Todos	Todos	8000	8300	Bancos
22	60	Todos	Todos	Todos	8000	8500	Seguros
23	38	Todos	Todos	Todos	8000	8600	Bienes raíces
24	58	Todos	Todos	Todos	8000	8700	Servicios financieros
25	253	Todos	Todos	Grande	Todos	Todos	Todos
26	39	Todos	Todos	Grande	2000	Productos industriales	Todos
27	39	Todos	Todos	Grande	3000	Bienes de consumo	Todos
28	20	Todos	Todos	Grande	5000	Servicios al consumidor	Todos
29	21	Todos	Todos	Grande	7000	Servicios públicos	Todos
30	65	Todos	Todos	Grande	8000	Servicios financieros	Todos
31	33	Todos	Todos	Grande	2000	2700	Bienes y servicios industriales
32	38	Todos	Todos	Grande	8000	8300	Bancos
33	427	Todos	Todos	Mediana	Todos	Todos	Todos
34	34	Todos	Todos	Mediana	1000	Materias básicas	Todos
35	83	Todos	Todos	Mediana	2000	Productos industriales	Todos
36	38	Todos	Todos	Mediana	3000	Bienes de consumo	Todos
37	20	Todos	Todos	Mediana	4000	Atención de la salud	Todos
38	65	Todos	Todos	Mediana	5000	Servicios al consumidor	Todos
39	20	Todos	Todos	Mediana	7000	Servicios públicos	Todos
40	112	Todos	Todos	Mediana	8000	Servicios financieros	Todos
41	20	Todos	Todos	Mediana	9000	Tecnología	Todos
42	67	Todos	Todos	Mediana	2000	2700	Bienes y servicios industriales
43	24	Todos	Todos	Mediana	5000	5300	Minoristas
44	27	Todos	Todos	Mediana	5000	5500	Medios de comunicación
45	34	Todos	Todos	Mediana	8000	8300	Bancos
46	28	Todos	Todos	Mediana	8000	8500	Seguros
47	20	Todos	Todos	Mediana	8000	8600	Bienes raíces
48	30	Todos	Todos	Mediana	8000	8700	Servicios financieros
49	280	Todos	Todos	Pequeña	Todos	Todos	Todos
50	67	Todos	Todos	Pequeña	2000	Productos industriales	Todos

Nº cartera	Nº acciones	País	Moneda	Tamaño		Industria	Supersector
51	28	Todos	Todos	Pequeña	3000	Bienes de consumo	Todos
52	45	Todos	Todos	Pequeña	5000	Servicios al consumidor	Todos
53	63	Todos	Todos	Pequeña	8000	Servicios financieros	Todos
54	21	Todos	Todos	Pequeña	9000	Tecnología	Todos
55	56	Todos	Todos	Pequeña	2000		2700 Bienes y servicios industriales
56	20	Todos	Todos	Pequeña	8000		8700 Servicios financieros
57	471	Todos	EUR	Todos	Todos		Todos
58	28	Todos	EUR	Todos	1000	Materias básicas	Todos
59	86	Todos	EUR	Todos	2000	Productos industriales	Todos
60	58	Todos	EUR	Todos	3000	Bienes de consumo	Todos
61	20	Todos	EUR	Todos	4000	Atención de la salud	Todos
62	55	Todos	EUR	Todos	5000	Servicios al consumidor	Todos
63	28	Todos	EUR	Todos	6000	Telecomunicaciones	Todos
64	28	Todos	EUR	Todos	7000	Servicios públicos	Todos
65	128	Todos	EUR	Todos	8000	Servicios financieros	Todos
66	25	Todos	EUR	Todos	9000	Tecnología	Todos
67	146	Todos	EUR	Grande	Todos		Todos
68	22	Todos	EUR	Grande	2000	Productos industriales	Todos
69	22	Todos	EUR	Grande	3000	Bienes de consumo	Todos
70	39	Todos	EUR	Grande	5000	Servicios al consumidor	Todos
71	23	Todos	EUR	Grande	8000		8300 Bancos
72	212	Todos	EUR	Mediana	Todos		Todos
73	36	Todos	EUR	Mediana	2000	Productos industriales	Todos
74	20	Todos	EUR	Mediana	3000	Bienes de consumo	Todos
75	29	Todos	EUR	Mediana	5000	Servicios al consumidor	Todos
76	61	Todos	EUR	Mediana	8000	Servicios financieros	Todos
77	28	Todos	EUR	Mediana	2000		2700 Bienes y servicios industriales
78	29	Todos	EUR	Mediana	8000		8300 Bancos
79	113	Todos	EUR	Pequeña	Todos		Todos
80	28	Todos	EUR	Pequeña	2000	Productos industriales	Todos
81	28	Todos	EUR	Pequeña	8000	Servicios financieros	Todos
82	21	Todos	EUR	Pequeña	2000		2700 Bienes y servicios industriales
83	20	BE	Todos	Todos	Todos		Todos
84	59	CH	Todos	Todos	Todos		Todos
85	30	CH	Todos	Mediana	Todos		Todos
86	92	DE	Todos	Todos	Todos		Todos
87	22	DE	Todos	Todos	8000	Servicios financieros	Todos
88	34	DE	Todos	Grande	Todos		Todos
89	33	DE	Todos	Mediana	Todos		Todos
90	25	DE	Todos	Pequeña	Todos		Todos
91	23	DK	Todos	Todos	Todos		Todos
92	46	ES	Todos	Todos	Todos		Todos
93	20	ES	Todos	Mediana	Todos		Todos
94	22	FI	Todos	Todos	Todos		Todos
95	114	FR	Todos	Todos	Todos		Todos
96	30	FR	Todos	Todos	2000	Productos industriales	Todos
97	22	FR	Todos	Todos	2000		2700 Bienes y servicios industriales
98	42	FR	Todos	Grande	Todos		Todos
99	52	FR	Todos	Mediana	Todos		Todos
100	20	FR	Todos	Pequeña	Todos		Todos
101	326	GB	Todos	Todos	Todos		Todos
102	20	GB	Todos	Todos	0001	Petróleo y gas	Todos
103	25	GB	Todos	Todos	1000	Materias básicas	Todos
104	67	GB	Todos	Todos	2000	Productos industriales	Todos
105	30	GB	Todos	Todos	3000	Bienes de consumo	Todos
106	67	GB	Todos	Todos	5000	Servicios al consumidor	Todos
107	65	GB	Todos	Todos	8000	Servicios financieros	Todos

Nº cartera	Nº acciones	País	Moneda	Tamaño	Industria	Supersector
108	60	GB	Todos	Todos	2000	2700 Bienes y servicios industriales
109	27	GB	Todos	Todos	5000	5300 Minoristas
110	21	GB	Todos	Todos	5000	5500 Medios de comunicación
111	22	GB	Todos	Todos	8000	8700 Servicios financieros
112	65	GB	Todos	Grande	Todos	Todos
113	139	GB	Todos	Mediana	Todos	Todos
114	31	GB	Todos	Mediana	2000	Productos industriales
115	34	GB	Todos	Mediana	5000	Servicios al consumidor
116	29	GB	Todos	Mediana	8000	Servicios financieros
117	27	GB	Todos	Mediana	2000	2700 Bienes y servicios industriales
118	122	GB	Todos	Pequeña	Todos	Todos
119	30	GB	Todos	Pequeña	2000	Productos industriales
120	25	GB	Todos	Pequeña	5000	Servicios al consumidor
121	24	GB	Todos	Pequeña	8000	Servicios financieros
122	27	GB	Todos	Pequeña	2000	2700 Bienes y servicios industriales
123	23	GR	Todos	Todos	Todos	Todos
124	65	IT	Todos	Todos	Todos	Todos
125	32	IT	Todos	Todos	8000	Servicios financieros
126	22	IT	Todos	Todos	8000	8300 Bancos
127	20	IT	Todos	Grande	Todos	Todos
128	34	IT	Todos	Mediana	Todos	Todos
129	52	NL	Todos	Todos	Todos	Todos
130	21	NL	Todos	Mediana	Todos	Todos
131	21	NO	Todos	Todos	Todos	Todos
132	53	SE	Todos	Todos	Todos	Todos
133	22	SE	Todos	Mediana	Todos	Todos

Fuente: Stoxx, Bloomberg, FactSet y elaboración propia.

## Fase 2: Stoxx Europe 600: carteras analizadas

Nº cartera	Nº acciones	País	Moneda	Tamaño	Industria	Supersector
1	799	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos
2	38	Todos	Todos	Todos	0001	Petróleo y gas
3	55	Todos	Todos	Todos	1000	Materias básicas
4	156	Todos	Todos	Todos	2000	Productos industriales
5	89	Todos	Todos	Todos	3000	Bienes de consumo
6	45	Todos	Todos	Todos	4000	Atención de la salud
7	109	Todos	Todos	Todos	5000	Servicios al consumidor
8	36	Todos	Todos	Todos	6000	Telecomunicaciones
9	39	Todos	Todos	Todos	7000	Servicios públicos
10	192	Todos	Todos	Todos	8000	Servicios financieros
11	40	Todos	Todos	Todos	9000	Tecnología
12	30	Todos	Todos	Todos	1000	1300 Productos químicos
13	25	Todos	Todos	Todos	1000	1700 Recursos básicos
14	28	Todos	Todos	Todos	2000	2300 Construcción y materiales
15	128	Todos	Todos	Todos	2000	2700 Bienes y servicios industriales
16	34	Todos	Todos	Todos	3000	3500 Alimentación y bebida
17	39	Todos	Todos	Todos	3000	3700 Artículos personales y para el hogar
18	40	Todos	Todos	Todos	5000	5300 Minoristas
19	41	Todos	Todos	Todos	5000	5500 Medios de comunicación
20	28	Todos	Todos	Todos	8000	5700 Viajes y ocio
21	67	Todos	Todos	Todos	8000	8300 Bancos
22	49	Todos	Todos	Todos	8000	8500 Seguros
23	34	Todos	Todos	Todos	8000	8600 Bienes raíces
24	42	Todos	Todos	Todos	8000	8700 Servicios financieros

Nº cartera	Nº acciones	País	Moneda	Tamaño	Industria	Supersector
25	232	Todos	Todos	Grande	Todos	Todos
26	34	Todos	Todos	Grande	2000	Productos industriales
27	36	Todos	Todos	Grande	3000	Bienes de consumo
28	21	Todos	Todos	Grande	7000	Servicios públicos
29	58	Todos	Todos	Grande	8000	Servicios financieros
30	28	Todos	Todos	Grande	2000	2700
31	36	Todos	Todos	Grande	8000	8300
32	360	Todos	Todos	Mediana	Todos	Todos
33	28	Todos	Todos	Mediana	1000	Materias básicas
34	71	Todos	Todos	Mediana	2000	Productos industriales
35	35	Todos	Todos	Mediana	3000	Bienes de consumo
36	58	Todos	Todos	Mediana	5000	Servicios al consumidor
37	93	Todos	Todos	Mediana	8000	Servicios financieros
38	55	Todos	Todos	Mediana	2000	2700
39	20	Todos	Todos	Mediana	5000	5300
40	25	Todos	Todos	Mediana	5000	5500
41	25	Todos	Todos	Mediana	8000	8300
42	24	Todos	Todos	Mediana	8000	8500
43	25	Todos	Todos	Mediana	8000	8700
44	207	Todos	Todos	Pequeña	Todos	Todos
45	51	Todos	Todos	Pequeña	2000	Productos industriales
46	33	Todos	Todos	Pequeña	5000	Servicios al consumidor
47	41	Todos	Todos	Pequeña	8000	Servicios financieros
48	45	Todos	Todos	Pequeña	2000	2700
49	391	Todos	EUR	Todos	Todos	Todos
50	24	Todos	EUR	Todos	1000	Materias básicas
51	73	Todos	EUR	Todos	2000	Productos industriales
52	48	Todos	EUR	Todos	3000	Bienes de consumo
53	48	Todos	EUR	Todos	5000	Servicios al consumidor
54	22	Todos	EUR	Todos	6000	Telecomunicaciones
55	24	Todos	EUR	Todos	7000	Servicios públicos
56	97	Todos	EUR	Todos	8000	Servicios financieros
57	22	Todos	EUR	Todos	9000	Tecnología
58	135	Todos	EUR	Grande	Todos	Todos
59	21	Todos	EUR	Grande	3000	Bienes de consumo
60	35	Todos	EUR	Grande	8000	Servicios financieros
61	21	Todos	EUR	Grande	8000	8300
62	177	Todos	EUR	Mediana	Todos	Todos
63	33	Todos	EUR	Mediana	2000	Productos industriales
64	28	Todos	EUR	Mediana	5000	Servicios al consumidor
65	47	Todos	EUR	Mediana	8000	Servicios financieros
66	25	Todos	EUR	Mediana	2000	2700
67	22	Todos	EUR	Mediana	8000	8300
68	79	Todos	EUR	Pequeña	Todos	Todos
69	21	Todos	EUR	Pequeña	2000	Productos industriales
70	53	CH	Todos	Todos	Todos	Todos
71	27	CH	Todos	Mediana	Todos	Todos
72	78	DE	Todos	Todos	Todos	Todos
73	29	DE	Todos	Grande	Todos	Todos
74	29	DE	Todos	Mediana	Todos	Todos
75	20	DE	Todos	Pequeña	Todos	Todos
76	42	ES	Todos	Todos	Todos	Todos
77	101	FR	Todos	Todos	Todos	Todos
78	26	FR	Todos	Todos	2000	Productos industriales
79	20	FR	Todos	Todos	2000	2700
80	40	FR	Todos	Grande	Todos	Todos
81	47	FR	Todos	Mediana	Todos	Todos

Nº cartera	Nº acciones	País	Moneda	Tamaño	Industria	Supersector
82	267	GB	Todos	Todos	Todos	Todos
83	21	GB	Todos	Todos	1000	Materias básicas
84	54	GB	Todos	Todos	2000	Productos industriales
85	25	GB	Todos	Todos	3000	Bienes de consumo
86	54	GB	Todos	Todos	5000	Servicios al consumidor
87	56	GB	Todos	Todos	8000	Servicios financieros
88	48	GB	Todos	Todos	Todos	2700
89	21	GB	Todos	Todos	Todos	5300
90	56	GB	Todos	Grande	Todos	Todos
91	116	GB	Todos	Mediana	Todos	Todos
92	26	GB	Todos	Mediana	2000	Productos industriales
93	28	GB	Todos	Mediana	5000	Servicios al consumidor
94	27	GB	Todos	Mediana	8000	Servicios financieros
95	22	GB	Todos	Mediana	2000	2700
96	95	GB	Todos	Pequeña	Todos	Todos
97	24	GB	Todos	Pequeña	2000	Productos industriales
98	22	GB	Todos	Pequeña	2000	2700
99	48	IT	Todos	Todos	Todos	Todos
100	23	IT	Todos	Todos	8000	Servicios financieros
101	23	IT	Todos	Mediana	Todos	Todos
102	44	NL	Todos	Todos	Todos	Todos
103	48	SE	Todos	Todos	Todos	Todos
104	21	SE	Todos	Mediana	Todos	Todos

Fuente: Stoxx, Bloomberg, FactSet y elaboración propia.

## Anexo 10: Ibex 35: resultados del modelo base

### Modelo base: resultados del periodo 1991-1998

	Periodo 1991-1998			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,68%	0,61%	0,48%	0,34%
Posición larga	1,34%	1,30%	1,27%	1,22%
Posición corta	0,97%	0,98%	1,03%	1,06%
Mediana	0,66%	0,48%	0,40%	0,40%
Desviación típica	2,56%	2,27%	2,61%	2,34%
Coefficiente de asimetría	0,25	0,35	1,50	0,64
Curtosis	3,93	3,31	8,88	4,40
Mínimo	-5,79%	-4,12%	-4,69%	-3,87%
Máximo	9,37%	7,94%	13,36%	9,41%
t de Student	2,48	2,49	1,74	1,38
Número total de operaciones	689	1.302	2.401	5.506
Resultado medio por operación	1,70%	1,50%	0,79%	0,59%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	8,39%	8,94%	9,43%	10,59%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-12,19%	-12,26%	-13,42%	-14,31%
Duración media (número de sesiones)	51	52	56	60
Operaciones con rentabilidad<0	32,5%	35,1%	37,8%	40,2%
Rentabilidad mensual anualizada	8,5%	7,6%	5,9%	4,1%
Ratio de Sharpe	0,27	0,27	0,18	0,14

Fuente: elaboración propia.

### Modelo base: resultados del periodo 1999-2015

	Periodo 1999-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,04%	0,10%	0,15%	0,19%
Posición larga	0,38%	0,39%	0,40%	0,45%
Posición corta	0,36%	0,34%	0,32%	0,34%
Mediana	-0,14%	0,03%	0,05%	0,03%
Desviación típica	2,94%	2,95%	2,16%	1,90%
Coefficiente de asimetría	0,59	0,16	0,76	0,87
Curtosis	5,45	6,34	5,85	6,21
Mínimo	-9,23%	-12,94%	-5,52%	-5,34%
Máximo	13,88%	11,68%	9,15%	8,74%
t de Student	0,41	0,67	1,16	1,56
Número total de operaciones	1.414	2.801	5.335	12.545
Resultado medio por operación	0,13%	0,59%	0,50%	0,69%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	8,91%	9,50%	10,09%	11,16%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-12,48%	-12,70%	-13,14%	-13,63%
Duración media (número de sesiones)	58	58	61	63
Operaciones con rentabilidad<0	41,0%	40,2%	41,3%	42,2%
Rentabilidad mensual anualizada	0,5%	1,2%	1,9%	2,4%
Ratio de Sharpe	0,02	0,03	0,07	0,10

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 11: Euro Stoxx 50: resultados del modelo

### base

#### Modelo base: resultados del periodo 1991-1998

	Periodo 1991-1998			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,44%	0,28%	0,37%	0,29%
Posición larga	1,17%	1,19%	1,20%	1,19%
Posición corta	-0,95%	-1,06%	-1,02%	-1,05%
Mediana	0,34%	0,48%	0,14%	0,01%
Desviación típica	2,63%	2,47%	2,12%	1,90%
Coefficiente de asimetría	3,06	2,31	3,04	1,84
Curtosis	21,00	19,73	20,08	11,22
Mínimo	-6,05%	-8,22%	-3,25%	-3,89%
Máximo	16,88%	15,28%	13,52%	10,30%
t de Student	1,59	1,11	1,64	1,45
Número total de operaciones	686	1.275	2.461	5.831
Resultado medio por operación	1,28%	0,72%	0,86%	0,66%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	6,88%	7,29%	7,98%	8,84%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,02%	-10,31%	-10,87%	-12,19%
Duración media (número de sesiones)	52	55	56	58
Operaciones con rentabilidad<0	35,3%	37,3%	37,8%	38,9%
Rentabilidad mensual anualizada	5,4%	3,4%	4,5%	3,6%
Ratio de Sharpe	0,17	0,11	0,17	0,15

Fuente: elaboración propia.

#### Modelo base: resultados del periodo 1999-2015

	Periodo 1999-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,31%	0,35%	0,30%	0,36%
Posición larga	0,42%	0,43%	0,45%	0,45%
Posición corta	-0,05%	-0,14%	-0,17%	-0,17%
Mediana	0,29%	0,35%	0,22%	0,29%
Desviación típica	1,79%	2,17%	1,85%	1,73%
Coefficiente de asimetría	1,00	0,29	0,52	0,47
Curtosis	6,07	6,37	7,06	7,27
Mínimo	-4,39%	-7,75%	-5,79%	-5,42%
Máximo	8,08%	9,16%	8,42%	8,57%
t de Student	3,21	2,43	2,80	3,03
Número total de operaciones	1.481	2.869	5.461	12.997
Resultado medio por operación	1,62%	1,48%	1,48%	1,54%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	7,69%	8,26%	8,69%	9,54%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-9,85%	-10,25%	-10,39%	-10,92%
Duración media (número de sesiones)	57	59	60	62
Operaciones con rentabilidad<0	34,6%	36,6%	37,8%	39,1%
Rentabilidad mensual anualizada	3,7%	4,3%	3,7%	4,4%
Ratio de Sharpe	0,17	0,16	0,16	0,21

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 12: Stoxx Europe 50: resultados del modelo

### base

#### Modelo base: resultados del periodo 1991-1998

	Periodo 1991-1998			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,59%	0,51%	0,46%	0,39%
Posición larga	1,26%	1,23%	1,25%	1,21%
Posición corta	-0,94%	-0,96%	-1,03%	-1,02%
Mediana	0,17%	0,24%	0,35%	0,19%
Desviación típica	2,18%	2,10%	2,11%	1,86%
Coefficiente de asimetría	0,88	2,84	3,76	3,01
Curtosis	3,44	18,22	24,95	17,15
Mínimo	-3,34%	-3,55%	-2,76%	-2,55%
Máximo	7,25%	13,17%	14,29%	11,27%
t de Student	2,50	2,27	2,02	1,95
Número total de operaciones	576	1.211	2.453	5.925
Resultado medio por operación	1,18%	1,18%	0,97%	0,96%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	4,40%	5,92%	6,98%	8,25%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-7,47%	-8,35%	-9,95%	-10,81%
Duración media (número de sesiones)	40	47	52	57
Operaciones con rentabilidad<0	27,3%	33,3%	35,5%	38,3%
Rentabilidad mensual anualizada	7,3%	6,4%	5,6%	4,8%
Ratio de Sharpe	0,27	0,25	0,22	0,21

Fuente: elaboración propia.

#### Modelo base: resultados del periodo 1999-2015

	Periodo 1999-2015			
	5 pares	10 pares	20 pares	50 pares
<b>Rentabilidad mensual (capital empleado)</b>				
Media	0,33%	0,41%	0,45%	0,47%
Posición larga	0,44%	0,43%	0,47%	0,49%
Posición corta	-0,19%	-0,03%	-0,07%	-0,03%
Mediana	0,22%	0,29%	0,25%	0,32%
Desviación típica	1,87%	1,52%	1,47%	1,32%
Coefficiente de asimetría	1,43	1,91	1,59	1,78
Curtosis	11,21	11,70	9,31	9,38
Mínimo	-6,17%	-3,29%	-4,19%	-2,75%
Máximo	10,59%	9,46%	7,90%	7,72%
t de Student	2,59	3,93	4,36	5,10
Número total de operaciones	1.371	2.843	5.719	13.774
Resultado medio por operación	0,99%	1,36%	1,74%	2,00%
Resultado medio de las operaciones con beneficios	4,93%	6,46%	7,53%	8,60%
Resultado medio de las operaciones con pérdidas	-8,59%	-8,77%	-9,25%	-9,83%
Duración media (número de sesiones)	46	52	55	57
Operaciones con rentabilidad<0	29,1%	33,5%	34,6%	35,8%
Rentabilidad mensual anualizada	4,0%	5,1%	5,5%	5,8%
Ratio de Sharpe	0,18	0,27	0,30	0,36

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 13: Euro Stoxx 50: resulta por operación

### Euro Stoxx 50. Modelo base: resultado por operación

Pares	Criterio entrada	Carteras - Resultado medio por operación													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	1,00	0,98	0,69	0,86	1,70	1,18	1,44	2,03	2,20	0,28	1,01	2,11	1,74	1,32	1,00
	1,25	1,06	0,74	0,85	1,70	1,31	1,55	2,28	2,48	0,29	0,98	2,27	1,83	1,39	1,10
	1,50	1,19	0,82	0,95	1,78	1,37	1,70	2,47	2,62	0,18	0,99	2,45	1,80	1,43	1,38
	1,75	1,30	0,91	0,98	1,69	1,40	1,91	2,57	2,79	0,25	1,04	2,51	1,67	1,51	1,35
	2,00	1,51	1,15	1,07	1,76	1,40	2,00	2,82	3,01	0,15	0,96	2,63	1,82	1,63	1,75
	2,25	1,57	1,10	0,99	1,82	1,31	2,18	2,98	3,05	0,22	0,64	2,73	1,91	1,55	2,19
	2,50	1,67	1,11	1,03	1,24	1,45	2,22	3,16	3,20	0,34	0,54	2,76	1,90	1,48	2,14
	2,75	1,71	1,30	1,07	0,64	1,46	2,47	3,51	3,29	0,38	0,26	2,89	1,69	1,38	2,14
	3,00	1,99	1,39	1,19	0,58	1,59	2,70	3,68	3,44	0,39	0,29	2,96	1,68	1,44	2,14
	3,25	2,11	1,38	1,34	0,77	1,59	2,85	3,89	3,72	0,67	0,56	2,99	2,04	1,60	2,06
	3,50	2,13	1,43	1,43	1,00	1,38	2,90	3,93	3,69	0,34	0,24	2,97	2,34	1,82	1,78
	3,75	2,10	1,41	1,74	1,09	1,45	2,83	4,14	3,71	0,40	0,27	3,06	2,52	1,84	1,68
	4,00	1,86	1,32	1,89	1,33	1,49	2,73	4,21	3,74	0,48	0,02	3,07	3,08	2,22	1,57
	4,25	1,91	1,41	2,04	0,80	1,02	2,96	4,14	4,17	0,49	0,06	3,09	3,11	2,17	2,16
	4,50	1,84	1,28	2,21	0,44	1,04	3,00	4,19	4,39	0,63	0,26	3,21	3,04	2,23	2,66
4,75	1,59	1,04	2,47	0,12	1,18	2,80	4,18	4,24	0,67	0,17	3,39	3,09	2,54	2,81	
5,00	1,47	0,86	2,51	-0,11	1,17	2,97	3,95	4,06	0,83	0,14	3,54	2,98	2,62	2,84	
10	1,00	0,89	0,84	0,98	1,49	1,18	1,93	2,23	2,05	0,39	0,57	1,91	1,48	0,95	0,85
	1,25	0,93	0,86	0,99	1,48	1,23	2,17	2,48	2,25	0,46	0,52	2,01	1,52	0,93	0,93
	1,50	1,02	0,91	1,11	1,45	1,28	2,33	2,66	2,33	0,42	0,49	2,12	1,51	0,97	1,20
	1,75	1,08	0,94	1,27	1,28	1,31	2,51	2,84	2,45	0,43	0,37	2,15	1,44	0,97	1,19
	2,00	1,25	1,04	1,34	1,10	1,37	2,67	2,95	2,67	0,43	0,37	2,23	1,55	1,02	1,51
	2,25	1,26	1,03	1,34	1,08	1,50	2,77	3,05	2,61	0,48	0,19	2,31	1,51	1,08	1,79
	2,50	1,36	1,09	1,39	0,76	1,66	2,90	3,15	2,78	0,51	-0,01	2,30	1,57	1,06	1,85
	2,75	1,44	1,20	1,44	0,55	1,60	3,04	3,28	2,88	0,43	-0,12	2,36	1,56	0,86	2,01
	3,00	1,59	1,28	1,33	0,55	1,56	3,30	3,47	2,96	0,44	-0,11	2,33	1,70	0,90	1,92
	3,25	1,75	1,30	1,57	0,54	1,71	3,52	3,77	3,12	0,74	-0,16	2,54	2,01	1,03	1,91
	3,50	1,73	1,34	1,80	0,40	1,46	3,51	3,54	2,90	0,53	-0,34	2,50	2,11	1,06	1,94
	3,75	1,73	1,35	1,98	0,32	1,48	3,62	3,77	3,03	0,65	-0,56	2,48	2,33	1,04	1,84
	4,00	1,62	1,32	2,09	0,47	1,57	3,65	3,78	2,76	0,52	-0,71	2,45	2,58	1,47	1,74
	4,25	1,69	1,25	2,22	-0,34	1,34	3,87	3,79	3,00	0,53	-0,57	2,46	2,51	1,59	2,08
	4,50	1,75	1,12	2,34	-0,50	1,28	3,89	4,09	3,19	0,67	-0,28	2,54	2,43	1,78	2,44
4,75	1,63	0,96	2,50	-0,81	1,46	3,74	4,20	3,22	0,64	-0,26	2,69	2,49	2,18	2,21	
5,00	1,50	0,86	2,54	-1,13	1,48	3,78	4,20	3,24	0,59	-0,35	2,86	2,28	2,35	2,40	
20	1,00	1,03	1,11	1,03	1,16	1,03	1,94	2,16	1,93	0,54	0,38	1,70	1,44	0,63	0,45
	1,25	1,10	1,16	1,07	1,17	1,06	2,13	2,40	2,10	0,56	0,24	1,76	1,47	0,59	0,48
	1,50	1,18	1,18	1,09	1,13	1,15	2,32	2,58	2,18	0,58	0,18	1,84	1,54	0,55	0,62
	1,75	1,22	1,18	1,18	1,04	1,17	2,47	2,76	2,30	0,67	0,14	1,84	1,60	0,56	0,67
	2,00	1,29	1,29	1,16	0,95	1,21	2,64	2,84	2,49	0,71	0,05	1,94	1,73	0,61	0,89
	2,25	1,37	1,31	1,26	0,84	1,34	2,77	2,96	2,50	0,68	-0,02	2,05	1,74	0,59	1,24
	2,50	1,44	1,37	1,34	0,57	1,46	2,87	2,91	2,58	0,63	-0,16	2,13	1,82	0,62	1,33
	2,75	1,53	1,43	1,29	0,42	1,61	3,05	2,87	2,52	0,53	-0,31	2,10	2,02	0,53	1,54
	3,00	1,70	1,43	1,21	0,30	1,60	3,14	2,80	2,47	0,52	-0,43	2,20	2,17	0,54	1,44
	3,25	1,88	1,47	1,37	0,09	1,63	3,28	2,90	2,54	0,71	-0,58	2,44	2,44	0,70	1,40
	3,50	1,87	1,42	1,51	0,06	1,42	3,21	2,75	2,42	0,52	-0,75	2,44	2,53	0,75	1,54
	3,75	1,87	1,36	1,66	-0,08	1,38	3,25	2,78	2,48	0,64	-0,94	2,61	2,72	0,76	1,56
	4,00	1,90	1,31	1,88	-0,12	1,47	3,27	2,66	2,39	0,66	-1,10	2,71	2,86	1,17	1,35
	4,25	1,95	1,32	1,97	-0,66	1,39	3,44	2,78	2,35	0,69	-1,02	2,55	2,69	1,29	1,63
	4,50	1,98	1,10	2,17	-1,17	1,46	3,53	2,85	2,42	0,86	-0,91	2,70	2,62	1,62	1,97
4,75	1,87	0,84	2,39	-1,36	1,83	3,53	2,86	2,58	0,74	-0,93	2,79	2,56	1,75	1,59	
5,00	1,84	0,74	2,57	-1,74	1,85	3,37	2,99	2,46	0,59	-0,93	3,01	2,50	1,89	1,59	

Fuente: elaboración propia

## Anexo 14: Euro Stoxx 50: número de operaciones

### Euro Stoxx 50. Modelo base: número de operaciones

Par	Criterio	Carteras - Número de operaciones													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	1,00	3.564	3.304	3.055	2.755	2.708	3.218	2.869	2.855	2.745	2.566	3.512	3.005	2.910	2.556
	1,25	3.078	2.849	2.622	2.372	2.369	2.746	2.454	2.442	2.388	2.190	3.007	2.589	2.472	2.222
	1,50	2.698	2.487	2.309	2.054	2.062	2.396	2.122	2.103	2.091	1.888	2.622	2.228	2.146	1.995
	1,75	2.399	2.206	2.047	1.768	1.826	2.125	1.854	1.823	1.863	1.672	2.264	1.902	1.902	1.754
	2,00	2.167	1.966	1.820	1.583	1.619	1.882	1.651	1.588	1.642	1.458	2.002	1.680	1.691	1.577
	2,25	1.919	1.727	1.633	1.391	1.424	1.685	1.460	1.378	1.467	1.266	1.769	1.508	1.493	1.412
	2,50	1.738	1.543	1.486	1.187	1.283	1.509	1.296	1.214	1.328	1.119	1.570	1.346	1.315	1.260
	2,75	1.566	1.422	1.356	1.036	1.138	1.374	1.167	1.081	1.203	994	1.405	1.189	1.176	1.118
	3,00	1.452	1.309	1.232	921	1.014	1.246	1.036	977	1.100	893	1.250	1.065	1.040	1.010
	3,25	1.327	1.196	1.123	826	913	1.123	933	896	1.022	811	1.124	960	941	892
	3,50	1.212	1.084	1.026	751	807	1.021	827	798	921	724	999	863	850	790
	3,75	1.109	994	934	670	729	921	738	713	832	652	905	777	769	715
	4,00	1.014	908	855	592	655	845	674	647	756	576	807	703	688	638
	4,25	910	819	782	514	570	767	607	578	674	517	725	633	614	589
	4,50	831	751	714	454	507	697	536	526	610	472	660	556	548	526
4,75	734	666	669	399	449	617	463	452	551	409	600	484	493	478	
5,00	666	602	606	356	401	547	401	398	493	356	541	422	437	422	
10	1,00	6.856	6.446	5.891	5.057	4.986	6.214	5.394	5.278	5.275	4.695	6.607	5.444	5.401	4.795
	1,25	5.911	5.531	5.063	4.343	4.328	5.332	4.605	4.505	4.593	4.036	5.661	4.666	4.620	4.165
	1,50	5.187	4.835	4.450	3.751	3.757	4.610	3.961	3.864	4.009	3.503	4.903	4.049	4.042	3.731
	1,75	4.597	4.268	3.968	3.236	3.332	4.060	3.451	3.347	3.559	3.083	4.262	3.519	3.574	3.281
	2,00	4.144	3.779	3.520	2.858	2.952	3.592	3.041	2.937	3.153	2.720	3.763	3.117	3.173	2.912
	2,25	3.678	3.331	3.152	2.504	2.626	3.176	2.676	2.538	2.817	2.395	3.362	2.767	2.821	2.573
	2,50	3.336	2.993	2.836	2.173	2.352	2.831	2.359	2.229	2.530	2.099	2.992	2.450	2.494	2.287
	2,75	3.022	2.733	2.558	1.884	2.070	2.520	2.101	1.985	2.270	1.869	2.684	2.178	2.192	2.027
	3,00	2.771	2.497	2.288	1.681	1.818	2.267	1.854	1.771	2.059	1.664	2.394	1.965	1.943	1.803
	3,25	2.549	2.267	2.085	1.480	1.643	2.040	1.660	1.581	1.891	1.478	2.174	1.775	1.756	1.589
	3,50	2.319	2.060	1.906	1.311	1.443	1.832	1.451	1.388	1.693	1.313	1.937	1.577	1.576	1.407
	3,75	2.128	1.876	1.736	1.168	1.273	1.637	1.286	1.231	1.521	1.153	1.744	1.419	1.415	1.256
	4,00	1.930	1.718	1.560	1.031	1.139	1.478	1.149	1.098	1.364	1.015	1.555	1.268	1.271	1.109
	4,25	1.756	1.554	1.420	892	1.000	1.328	1.024	974	1.219	914	1.386	1.133	1.132	996
	4,50	1.618	1.409	1.283	790	886	1.191	899	867	1.099	829	1.256	974	1.013	884
4,75	1.449	1.269	1.170	702	780	1.057	782	756	983	727	1.131	846	907	782	
5,00	1.314	1.144	1.055	612	689	922	683	662	868	637	1.029	732	812	697	
20	1,00	13.273	12.539	11.108	8.081	8.943	11.455	9.970	9.575	9.867	8.462	12.334	9.758	9.719	8.607
	1,25	11.463	10.782	9.598	6.972	7.752	9.796	8.530	8.142	8.554	7.269	10.565	8.399	8.407	7.514
	1,50	10.050	9.368	8.382	6.028	6.805	8.500	7.349	7.005	7.472	6.343	9.182	7.343	7.356	6.630
	1,75	8.879	8.218	7.450	5.243	6.015	7.438	6.418	6.110	6.646	5.590	8.016	6.443	6.540	5.856
	2,00	7.922	7.323	6.588	4.644	5.316	6.573	5.603	5.347	5.875	4.927	7.090	5.686	5.809	5.193
	2,25	7.098	6.505	5.901	4.048	4.702	5.773	4.899	4.646	5.204	4.357	6.344	5.012	5.144	4.576
	2,50	6.416	5.835	5.299	3.508	4.155	5.113	4.279	4.042	4.629	3.816	5.659	4.427	4.526	4.027
	2,75	5.819	5.293	4.723	3.043	3.673	4.562	3.741	3.536	4.126	3.367	5.053	3.920	3.984	3.549
	3,00	5.331	4.760	4.213	2.669	3.225	4.062	3.255	3.091	3.717	2.951	4.524	3.457	3.510	3.114
	3,25	4.894	4.290	3.815	2.324	2.840	3.613	2.869	2.708	3.360	2.588	4.116	3.067	3.129	2.715
	3,50	4.431	3.891	3.453	2.050	2.480	3.203	2.494	2.351	2.987	2.285	3.670	2.683	2.777	2.377
	3,75	4.040	3.511	3.107	1.808	2.173	2.834	2.180	2.050	2.664	2.002	3.312	2.362	2.461	2.101
	4,00	3.687	3.198	2.797	1.586	1.898	2.537	1.902	1.818	2.381	1.761	2.952	2.082	2.190	1.815
	4,25	3.336	2.901	2.524	1.367	1.666	2.261	1.682	1.583	2.138	1.571	2.617	1.839	1.943	1.600
	4,50	3.036	2.617	2.273	1.195	1.461	2.013	1.468	1.387	1.920	1.411	2.362	1.574	1.738	1.412
4,75	2.736	2.337	2.062	1.052	1.284	1.777	1.279	1.203	1.710	1.234	2.114	1.353	1.535	1.231	
5,00	2.490	2.095	1.846	912	1.107	1.537	1.115	1.053	1.512	1.094	1.899	1.158	1.358	1.092	

Fuente: elaboración propia

## Anexo 15: Stoxx Europe 50: resultado por operación

### Stoxx Europe 50. Modelo base: resultado por operación

Carteras	Criterio de entrada - Resultado medio por operación	Criterio de entrada - Resultado medio por operación								
		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
<b>5</b>	<b>1</b>	0,20	0,35	1,05	1,27	1,34	1,39	1,38	1,54	1,51
	<b>2</b>	1,21	1,48	1,89	2,16	2,28	2,32	2,18	2,03	1,94
	<b>3</b>	1,23	1,52	1,69	1,81	1,86	2,08	1,94	1,62	1,72
	<b>4</b>	1,72	1,82	1,71	1,59	1,28	0,92	0,93	0,49	0,26
	<b>5</b>	0,39	0,64	1,65	2,17	2,70	2,58	2,30	2,14	1,99
	<b>6</b>	1,90	2,45	3,09	3,60	3,99	4,11	4,11	3,78	4,15
	<b>7</b>	1,81	2,28	2,78	2,95	3,42	2,92	2,51	1,89	1,52
	<b>8</b>	2,01	2,56	3,18	3,46	3,71	3,86	3,68	3,37	3,48
	<b>9</b>	2,17	2,47	2,60	2,58	2,64	2,90	3,37	4,15	4,66
	<b>10</b>	0,41	0,61	1,04	1,18	1,36	1,26	1,10	1,37	1,15
	<b>11</b>	1,00	1,18	1,55	1,71	1,86	1,66	1,39	1,23	1,15
	<b>12</b>	0,70	0,71	0,72	1,04	0,81	0,62	0,53	0,83	0,98
	<b>13</b>	1,32	1,57	1,75	2,09	2,49	2,64	2,69	2,61	2,77
	<b>14</b>	1,73	2,15	2,57	2,98	3,26	3,54	3,76	3,61	3,17
	<b>15</b>	0,27	0,55	1,40	1,97	2,00	1,90	2,03	1,61	1,97
	<b>16</b>	0,20	0,16	0,12	0,22	0,41	0,49	0,98	1,29	1,06
	<b>17</b>	1,71	1,85	2,13	2,46	2,62	3,12	2,89	3,29	3,95
	<b>18</b>	1,85	2,14	2,14	2,41	2,54	2,61	2,01	1,72	1,93
	<b>19</b>	0,89	0,82	1,07	1,15	1,66	1,95	1,24	1,15	1,46
<b>10</b>	<b>1</b>	0,42	0,65	1,31	1,49	1,59	1,67	1,84	1,89	1,76
	<b>2</b>	1,21	1,56	1,87	1,98	2,18	2,28	2,28	1,98	2,00
	<b>3</b>	1,32	1,54	1,64	1,77	1,62	1,77	1,97	1,65	1,54
	<b>4</b>	1,60	1,69	1,60	1,38	1,19	0,75	0,91	0,79	0,69
	<b>5</b>	0,68	0,98	1,90	2,33	2,79	2,79	2,68	2,75	2,95
	<b>6</b>	2,10	2,65	3,19	3,64	3,95	4,08	4,26	4,19	4,43
	<b>7</b>	1,93	2,29	2,84	3,06	3,33	3,19	2,94	2,46	2,17
	<b>8</b>	1,95	2,39	2,88	3,06	3,00	3,33	3,38	3,03	3,36
	<b>9</b>	2,47	2,88	2,95	2,94	3,16	3,36	3,60	4,00	4,59
	<b>10</b>	0,69	0,95	1,29	1,51	1,70	1,82	1,73	1,86	1,73
	<b>11</b>	1,15	1,27	1,58	1,74	1,67	1,47	1,31	1,12	1,02
	<b>12</b>	0,42	0,40	0,44	0,62	0,76	0,86	1,26	1,77	1,73
	<b>13</b>	1,88	2,25	2,56	2,78	2,99	3,07	3,16	3,31	2,99
	<b>14</b>	1,91	2,45	2,83	3,03	3,19	3,16	3,28	3,34	3,29
	<b>15</b>	0,44	0,73	1,37	1,54	1,82	1,88	1,89	1,93	2,40
	<b>16</b>	0,49	0,56	0,55	0,60	0,47	0,62	1,07	1,35	1,13
	<b>17</b>	1,36	1,51	1,71	2,03	2,46	2,95	3,02	3,38	3,82
	<b>18</b>	1,61	1,77	1,87	1,90	2,02	1,98	1,57	1,42	1,64
	<b>19</b>	1,18	1,00	1,41	1,48	1,83	2,17	1,48	1,20	1,71
<b>20</b>	<b>1</b>	0,69	0,96	1,51	1,65	1,74	1,79	1,85	1,81	1,72
	<b>2</b>	1,26	1,50	1,76	1,85	1,80	1,86	1,75	1,57	1,61
	<b>3</b>	1,30	1,53	1,54	1,55	1,41	1,52	1,49	1,36	1,47
	<b>4</b>	1,45	1,57	1,55	1,32	1,21	1,10	1,11	1,10	0,89
	<b>5</b>	1,14	1,57	2,41	2,80	3,10	3,10	2,99	2,92	2,98
	<b>6</b>	2,14	2,69	3,15	3,49	3,62	3,81	4,00	3,79	4,15
	<b>7</b>	2,04	2,43	2,84	2,99	3,10	2,99	2,52	2,07	2,03
	<b>8</b>	1,90	2,24	2,66	2,69	2,74	3,04	2,79	2,60	2,59
	<b>9</b>	2,49	2,89	3,04	3,31	3,51	3,83	4,32	4,29	4,50
	<b>10</b>	0,90	1,09	1,27	1,47	1,56	1,59	1,51	1,69	1,68
	<b>11</b>	1,23	1,37	1,55	1,61	1,45	1,36	1,39	1,34	0,90
	<b>12</b>	0,24	0,28	0,33	0,75	0,70	0,62	0,89	1,21	1,35
	<b>13</b>	1,84	2,18	2,46	2,62	2,81	2,88	2,78	2,85	2,58
	<b>14</b>	2,04	2,52	2,85	2,96	2,80	2,70	2,57	2,71	2,56
	<b>15</b>	0,52	0,77	1,26	1,40	1,75	1,85	1,77	1,54	2,11
	<b>16</b>	0,73	0,85	0,93	0,92	0,74	0,86	1,25	1,51	1,39
	<b>17</b>	1,30	1,39	1,52	1,92	2,35	2,66	2,71	3,00	3,32
	<b>18</b>	1,57	1,69	1,79	1,67	1,70	1,84	1,62	1,24	1,31
	<b>19</b>	1,06	0,75	0,88	1,01	1,24	1,46	1,16	0,80	0,74

Fuente: elaboración propia

## Anexo 16: Stoxx Europe 50: número de operaciones

### Euro Stoxx 50. Modelo base: número de operaciones

Pares	Carteras	Criterio de entrada - Resultado medio por operación								
		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
5	1	12.071	5.971	1.947	1.352	1.113	959	820	708	603
	2	3.451	2.587	2.028	1.612	1.338	1.094	903	739	604
	3	3.289	2.528	1.988	1.581	1.280	1.059	850	685	563
	4	3.062	2.249	1.695	1.312	1.024	814	651	513	405
	5	10.379	5.490	1.975	1.422	1.183	974	830	706	602
	6	3.182	2.419	1.888	1.499	1.206	971	794	634	523
	7	3.135	2.356	1.836	1.434	1.181	948	772	609	491
	8	2.861	2.121	1.631	1.259	988	803	641	505	398
	9	3.182	2.358	1.806	1.414	1.098	867	714	586	475
	10	4.921	2.877	1.889	1.506	1.261	1.052	881	741	609
	11	3.267	2.442	1.933	1.534	1.270	1.019	823	665	542
	12	2.816	2.111	1.653	1.362	1.086	871	695	577	474
	13	3.079	2.284	1.794	1.462	1.200	981	821	683	542
	14	2.726	2.026	1.595	1.263	994	794	640	512	387
	15	9.853	5.194	1.710	1.193	944	764	635	509	424
	16	2.563	1.953	1.532	1.241	1.031	847	680	554	439
	17	3.137	2.309	1.803	1.470	1.154	944	724	573	453
	18	3.531	2.609	1.990	1.584	1.281	1.024	823	667	536
	19	2.837	2.082	1.646	1.337	1.104	911	705	554	453
10	1	15.541	8.615	4.054	3.036	2.514	2.124	1.810	1.533	1.276
	2	6.617	5.053	3.966	3.134	2.582	2.119	1.761	1.427	1.157
	3	6.388	4.823	3.742	3.019	2.419	1.986	1.621	1.295	1.048
	4	5.848	4.289	3.233	2.474	1.913	1.501	1.184	937	734
	5	13.597	7.906	3.883	2.964	2.431	1.974	1.636	1.364	1.152
	6	6.094	4.580	3.534	2.788	2.197	1.745	1.408	1.108	881
	7	5.979	4.478	3.488	2.721	2.187	1.741	1.396	1.105	873
	8	5.330	3.949	3.040	2.348	1.818	1.461	1.164	900	710
	9	5.991	4.427	3.342	2.577	1.986	1.528	1.216	959	763
	10	8.080	5.277	3.787	3.054	2.529	2.110	1.746	1.445	1.183
	11	6.327	4.709	3.700	2.945	2.381	1.910	1.549	1.265	1.019
	12	5.249	3.991	3.133	2.532	2.048	1.642	1.305	1.077	866
	13	5.947	4.387	3.419	2.712	2.150	1.721	1.383	1.124	862
	14	5.174	3.860	2.980	2.302	1.773	1.373	1.074	849	642
	15	12.338	7.098	3.182	2.330	1.845	1.476	1.195	947	769
	16	4.833	3.671	2.857	2.274	1.822	1.470	1.166	944	742
	17	5.795	4.332	3.358	2.731	2.176	1.754	1.349	1.052	816
	18	6.684	4.943	3.805	3.009	2.457	1.979	1.597	1.292	1.039
	19	5.310	3.889	3.086	2.467	1.975	1.599	1.225	942	757
20	1	22.446	13.824	8.172	6.315	5.180	4.331	3.624	3.025	2.504
	2	12.777	9.675	7.595	6.048	4.857	3.960	3.244	2.659	2.147
	3	12.078	9.110	7.027	5.599	4.491	3.659	2.953	2.356	1.901
	4	10.710	7.961	6.020	4.583	3.522	2.708	2.084	1.613	1.232
	5	19.841	12.558	7.480	5.793	4.654	3.743	3.040	2.467	1.994
	6	11.425	8.553	6.575	5.115	3.983	3.133	2.473	1.918	1.491
	7	11.129	8.312	6.434	4.968	3.915	3.081	2.409	1.865	1.462
	8	9.723	7.206	5.545	4.256	3.233	2.523	1.943	1.455	1.127
	9	11.008	8.086	6.062	4.621	3.535	2.674	2.094	1.586	1.211
	10	14.264	9.888	7.365	5.966	4.880	4.030	3.296	2.707	2.225
	11	12.010	8.972	7.005	5.560	4.438	3.553	2.889	2.352	1.851
	12	9.435	7.212	5.704	4.576	3.614	2.841	2.245	1.795	1.424
	13	10.905	8.094	6.235	4.861	3.815	2.999	2.361	1.877	1.425
	14	9.546	7.083	5.387	4.077	3.057	2.305	1.746	1.352	1.010
	15	16.648	10.379	5.708	4.255	3.310	2.581	2.028	1.555	1.239
	16	8.973	6.818	5.312	4.145	3.243	2.541	1.986	1.579	1.234
	17	10.608	7.960	6.205	5.016	3.963	3.127	2.423	1.875	1.443
	18	12.565	9.265	7.128	5.588	4.518	3.659	2.949	2.355	1.896
	19	9.588	7.085	5.587	4.435	3.500	2.747	2.093	1.590	1.242

Fuente: elaboración propia

## Anexo 17: Ibex 35: resultados por cartera

### Ibex 35: resultados de la Cartera número 1

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
1,00	5	0,00210	0,00480	-0,00395	0,01870	0,40162	4,56054	2,02	0,00577	0,11113	3,06	3.471	28	42	25
	10	0,00280	0,00494	-0,00365	0,01559	0,47912	4,01727	3,11	0,00817	0,11758	5,71	6.749	29	44	50
	20	0,00230	0,00483	-0,00387	0,01601	0,55956	4,38811	2,51	0,00610	0,12538	5,48	12.689	31	46	99
	50	0,00216	0,00491	-0,00405	0,01498	0,37816	4,02348	2,52	0,00621	0,13985	7,66	29.749	33	49	245
	100	0,00156	0,00483	-0,00427	0,01589	0,46143	3,99346	1,76	0,00420	0,15110	6,59	56.072	34	52	489
	150	0,00117	0,00477	-0,00438	0,01692	0,48760	3,98570	1,29	0,00300	0,15999	5,32	80.630	35	54	732
1,25	5	0,00191	0,00481	-0,00406	0,01933	0,39034	4,20749	1,80	0,00556	0,11640	2,61	2.990	31	47	24
	10	0,00265	0,00490	-0,00371	0,01638	0,55878	4,06253	2,82	0,00822	0,12279	5,12	5.849	32	48	47
	20	0,00220	0,00479	-0,00388	0,01671	0,62707	4,55577	2,32	0,00609	0,13126	4,86	10.999	34	50	94
	50	0,00209	0,00490	-0,00408	0,01575	0,48065	4,20702	2,33	0,00636	0,14626	6,99	25.839	35	53	231
	100	0,00146	0,00482	-0,00431	0,01676	0,53117	4,07739	1,59	0,00421	0,15727	5,91	48.748	37	56	461
	150	0,00108	0,00477	-0,00441	0,01772	0,54443	4,03837	1,16	0,00290	0,16627	4,61	70.114	38	58	688
1,50	5	0,00171	0,00477	-0,00412	0,02060	0,32759	4,35424	1,55	0,00532	0,12119	2,24	2.619	34	51	22
	10	0,00246	0,00490	-0,00385	0,01751	0,44493	3,91426	2,48	0,00799	0,12752	4,48	5.128	34	51	44
	20	0,00215	0,00484	-0,00396	0,01773	0,84157	5,79531	2,16	0,00597	0,13647	4,31	9.675	36	54	88
	50	0,00197	0,00493	-0,00418	0,01678	0,58051	4,42385	2,09	0,00610	0,15243	6,02	22.634	38	57	217
	100	0,00137	0,00485	-0,00438	0,01756	0,57417	4,14734	1,44	0,00395	0,16300	5,01	42.782	39	60	431
	150	0,00104	0,00480	-0,00446	0,01833	0,58568	4,10279	1,10	0,00279	0,17214	4,03	61.655	40	62	643
1,75	5	0,00193	0,00484	-0,00409	0,02056	0,51091	4,81435	1,73	0,00588	0,12578	2,26	2.327	36	54	21
	10	0,00251	0,00491	-0,00382	0,01785	0,53073	4,13410	2,48	0,00840	0,13191	4,29	4.550	37	54	42
	20	0,00207	0,00483	-0,00400	0,01862	1,21978	8,54367	2,00	0,00551	0,14085	3,62	8.581	39	57	83
	50	0,00200	0,00496	-0,00420	0,01740	0,70824	5,01415	2,05	0,00627	0,15748	5,65	20.101	40	60	203
	100	0,00138	0,00487	-0,00439	0,01810	0,61983	4,26137	1,42	0,00404	0,16785	4,69	37.959	41	62	401
	150	0,00100	0,00480	-0,00448	0,01905	0,61607	4,18495	1,03	0,00264	0,17629	3,51	54.743	42	64	596
2,00	5	0,00202	0,00480	-0,00399	0,02108	0,54050	4,85158	1,77	0,00646	0,12926	2,29	2.103	38	56	20
	10	0,00251	0,00489	-0,00380	0,01837	0,58025	4,41188	2,42	0,00875	0,13498	4,15	4.103	39	56	39
	20	0,00217	0,00487	-0,00400	0,01910	1,48147	11,01724	2,04	0,00590	0,14410	3,60	7.736	40	59	77
	50	0,00208	0,00499	-0,00420	0,01774	0,83392	5,93455	2,09	0,00660	0,16095	5,51	18.051	42	62	189
	100	0,00136	0,00488	-0,00442	0,01886	0,60793	4,31207	1,35	0,00392	0,17120	4,21	33.923	43	65	370
	150	0,00100	0,00481	-0,00449	0,01993	0,61077	4,25350	1,00	0,00261	0,17965	3,21	48.919	44	66	548

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
2,25	5	0,00197	0,00484	-0,00407	0,02170	0,52001	4,84706	1,69	0,00662	0,13234	2,18	1.897	40	58	18
	10	0,00256	0,00495	-0,00384	0,01889	0,53927	4,19986	2,40	0,00933	0,13829	4,10	3.698	40	58	36
	20	0,00214	0,00490	-0,00405	0,01977	1,57569	12,09348	1,96	0,00566	0,14742	3,20	6.940	42	61	72
	50	0,00215	0,00503	-0,00420	0,01870	1,11954	7,97905	2,06	0,00690	0,16432	5,35	16.202	43	63	174
	100	0,00145	0,00490	-0,00440	0,01975	0,74127	4,81148	1,38	0,00421	0,17376	4,23	30.503	44	66	340
	150	0,00103	0,00482	-0,00449	0,02092	0,63315	4,22850	0,99	0,00273	0,18191	3,15	43.926	45	67	500
2,50	5	0,00237	0,00494	-0,00396	0,02178	0,88911	6,80139	1,99	0,00841	0,13454	2,62	1.750	41	59	17
	10	0,00265	0,00495	-0,00377	0,01957	0,78431	5,57487	2,41	0,01014	0,14120	4,17	3.369	42	59	34
	20	0,00232	0,00492	-0,00396	0,01988	1,74371	13,52765	2,10	0,00685	0,14958	3,64	6.325	43	62	67
	50	0,00219	0,00501	-0,00416	0,01925	1,23579	8,87999	2,05	0,00704	0,16466	5,18	14.660	44	64	160
	100	0,00158	0,00491	-0,00436	0,02048	0,92568	5,84452	1,45	0,00463	0,17492	4,40	27.587	45	66	310
	150	0,00111	0,00482	-0,00445	0,02193	0,71572	4,54262	1,02	0,00285	0,18299	3,10	39.603	46	68	453
2,75	5	0,00246	0,00492	-0,00387	0,02220	0,54283	4,88223	2,02	0,00852	0,13711	2,48	1.596	42	60	16
	10	0,00270	0,00490	-0,00368	0,02043	0,72137	5,84083	2,36	0,01060	0,14250	4,12	3.070	42	60	31
	20	0,00243	0,00486	-0,00381	0,02078	2,18282	18,18735	2,11	0,00711	0,15056	3,59	5.771	44	63	62
	50	0,00230	0,00499	-0,00407	0,02020	1,77911	14,31403	2,06	0,00728	0,16647	5,04	13.278	45	65	145
	100	0,00172	0,00488	-0,00426	0,02097	1,08464	7,24717	1,53	0,00499	0,17517	4,50	24.966	46	66	280
	150	0,00127	0,00479	-0,00435	0,02238	0,65638	4,44416	1,13	0,00343	0,18298	3,55	35.818	46	67	408
3,00	5	0,00241	0,00485	-0,00381	0,02323	0,38496	4,60227	1,91	0,00834	0,13825	2,30	1.456	43	61	15
	10	0,00241	0,00481	-0,00376	0,02135	0,38743	4,61850	2,05	0,00953	0,14365	3,50	2.784	44	61	29
	20	0,00217	0,00478	-0,00388	0,02052	0,52189	4,38333	1,92	0,00731	0,15153	3,50	5.268	45	63	57
	50	0,00222	0,00494	-0,00406	0,02013	0,59037	4,69080	1,99	0,00767	0,16763	5,03	12.064	45	65	132
	100	0,00178	0,00489	-0,00423	0,02153	0,82406	5,50448	1,55	0,00533	0,17506	4,58	22.610	46	66	253
	150	0,00128	0,00477	-0,00433	0,02334	0,60446	4,42777	1,10	0,00345	0,18167	3,42	32.350	47	67	365
3,25	5	0,00239	0,00481	-0,00378	0,02497	0,28159	4,67478	1,79	0,00890	0,13906	2,35	1.350	43	62	14
	10	0,00264	0,00482	-0,00360	0,02150	0,24073	4,37216	2,22	0,01040	0,14387	3,66	2.567	44	62	27
	20	0,00238	0,00477	-0,00373	0,02116	0,55740	4,51424	2,04	0,00800	0,15191	3,66	4.841	45	63	52
	50	0,00235	0,00489	-0,00390	0,02120	1,19188	8,55048	2,01	0,00750	0,16657	4,72	10.997	46	64	120
	100	0,00196	0,00486	-0,00410	0,02261	1,40594	10,05062	1,62	0,00557	0,17356	4,60	20.541	47	65	227
	150	0,00145	0,00477	-0,00425	0,02394	0,62954	4,56241	1,20	0,00388	0,18060	3,67	29.256	47	66	326
3,50	5	0,00290	0,00496	-0,00359	0,02416	0,35810	4,65348	2,19	0,01089	0,14075	2,74	1.254	43	61	13
	10	0,00300	0,00487	-0,00338	0,02103	0,32500	4,41286	2,54	0,01230	0,14470	4,14	2.372	44	61	24
	20	0,00267	0,00491	-0,00371	0,02153	0,54837	4,67335	2,24	0,00893	0,15253	3,90	4.442	45	63	47
	50	0,00214	0,00486	-0,00401	0,02253	0,69071	5,30897	1,76	0,00678	0,16417	4,13	9.990	46	64	108
	100	0,00186	0,00485	-0,00415	0,02365	0,88764	6,22574	1,50	0,00531	0,17155	4,22	18.586	47	64	202
	150	0,00138	0,00475	-0,00426	0,02537	0,52038	4,25326	1,11	0,00378	0,17872	3,43	26.381	47	65	289

Criterio entrada	Rentabilidad mensual								Rentabilidad operación			Operaciones			
	Pares	Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
3,75	5	0,00339	0,00516	-0,00346	0,02389	0,41007	5,21358	2,56	0,01223	0,14174	2,94	1.158	44	61	12
	10	0,00333	0,00504	-0,00333	0,02103	0,43271	4,91401	2,80	0,01342	0,14621	4,28	2.177	45	61	22
	20	0,00292	0,00504	-0,00370	0,02175	0,63155	5,04963	2,41	0,00942	0,15294	3,93	4.070	46	62	43
	50	0,00229	0,00496	-0,00403	0,02273	0,67905	5,06240	1,86	0,00717	0,16405	4,17	9.091	47	63	97
	100	0,00194	0,00492	-0,00419	0,02397	0,62346	4,68526	1,54	0,00563	0,17164	4,25	16.819	47	63	181
	150	0,00151	0,00479	-0,00424	0,02588	0,45493	4,14216	1,18	0,00456	0,17876	3,94	23.864	47	64	257
4,00	5	0,00354	0,00522	-0,00340	0,02453	0,58371	5,94974	2,60	0,01244	0,14249	2,85	1.062	45	60	11
	10	0,00342	0,00510	-0,00333	0,02188	0,58689	5,55938	2,77	0,01407	0,14646	4,30	2.005	45	60	20
	20	0,00288	0,00507	-0,00378	0,02360	0,56588	4,88403	2,22	0,00966	0,15222	3,88	3.732	47	62	39
	50	0,00219	0,00489	-0,00401	0,02497	0,68305	5,35551	1,66	0,00700	0,16262	3,92	8.285	47	62	87
	100	0,00200	0,00491	-0,00414	0,02563	0,67908	5,18925	1,51	0,00602	0,17065	4,36	15.250	47	62	161
	150	0,00172	0,00479	-0,00414	0,02663	0,43902	4,12555	1,29	0,00546	0,17789	4,51	21.630	47	62	227
4,25	5	0,00364	0,00516	-0,00320	0,02874	0,72201	5,78950	2,34	0,01360	0,14355	2,96	977	46	60	10
	10	0,00341	0,00500	-0,00318	0,02706	0,52843	5,05801	2,32	0,01516	0,14817	4,39	1.839	45	60	19
	20	0,00281	0,00497	-0,00368	0,02841	0,62288	5,03332	1,88	0,01062	0,15226	4,09	3.435	47	61	35
	50	0,00207	0,00475	-0,00390	0,02896	0,54689	4,60405	1,42	0,00807	0,16263	4,31	7.569	47	61	79
	100	0,00184	0,00471	-0,00398	0,02964	0,47430	4,56667	1,27	0,00706	0,17065	4,86	13.836	47	61	143
	150	0,00159	0,00467	-0,00408	0,03088	0,43326	4,36147	1,11	0,00621	0,17722	4,90	19.521	47	61	201
4,50	5	0,00356	0,00526	-0,00346	0,03295	0,63037	6,07447	2,06	0,01385	0,14515	2,86	902	46	59	9
	10	0,00333	0,00503	-0,00331	0,03341	-0,02081	6,78776	1,93	0,01585	0,15050	4,34	1.696	45	59	17
	20	0,00275	0,00489	-0,00361	0,03401	0,63955	5,32567	1,62	0,01003	0,15320	3,67	3.140	47	60	32
	50	0,00202	0,00468	-0,00384	0,03334	0,69334	5,15511	1,28	0,00759	0,16244	3,88	6.886	47	61	70
	100	0,00190	0,00468	-0,00392	0,03157	0,53675	4,63176	1,26	0,00675	0,17010	4,44	12.517	48	60	127
	150	0,00166	0,00464	-0,00400	0,03289	0,44732	4,46453	1,11	0,00619	0,17677	4,65	17.624	48	60	178
4,75	5	0,00367	0,00518	-0,00320	0,03648	0,73117	6,19382	1,97	0,01304	0,14499	2,59	830	46	58	8
	10	0,00348	0,00500	-0,00311	0,03446	0,14592	5,20121	1,96	0,01517	0,15542	3,83	1.543	46	58	15
	20	0,00273	0,00478	-0,00348	0,03675	0,49285	5,00797	1,53	0,00982	0,15548	3,38	2.860	47	59	29
	50	0,00207	0,00460	-0,00371	0,03489	0,64804	4,73050	1,27	0,00797	0,16353	3,86	6.281	47	59	63
	100	0,00188	0,00457	-0,00379	0,03325	0,50163	4,48097	1,21	0,00714	0,17012	4,48	11.389	48	59	113
	150	0,00170	0,00456	-0,00388	0,03373	0,41934	4,59000	1,12	0,00648	0,17670	4,63	15.945	47	58	158
5,00	5	0,00309	0,00504	-0,00355	0,04345	0,89395	6,26399	1,53	0,01239	0,14519	2,35	756	47	57	7
	10	0,00330	0,00497	-0,00325	0,03590	0,19029	4,51392	1,82	0,01519	0,15527	3,68	1.412	46	57	14
	20	0,00287	0,00481	-0,00341	0,03671	0,58974	4,76375	1,60	0,01067	0,15530	3,53	2.633	46	58	26
	50	0,00210	0,00465	-0,00375	0,03744	0,71714	5,07041	1,24	0,00894	0,16334	4,15	5.750	47	58	57
	100	0,00199	0,00462	-0,00379	0,03440	0,49816	4,62384	1,24	0,00775	0,16950	4,66	10.369	47	57	101
	150	0,00173	0,00459	-0,00390	0,03678	0,41831	4,78931	1,08	0,00684	0,17617	4,67	14.432	47	57	139

**Ibex 35: resultados de la Cartera número 2**

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
1,00	5	0,00004	0,00403	-0,00402	9,74902	16,40198	271,34297	1,06	-0,00206	0,21674	-0,45	2.289	38	60	23
	10	-0,00066	0,00412	-0,00431	21,55225	-16,24733	267,77698	-1,16	-0,00220	0,23558	-0,60	4.119	40	67	46
	20	-0,00137	0,00396	-0,00433	1,11025	0,36933	15,69259	0,06	-0,00205	0,23383	-0,64	5.269	42	69	61
1,25	5	0,00031	0,00418	-0,00408	0,65959	7,26805	68,00635	2,02	-0,00434	0,22423	-0,86	1.963	41	65	22
	10	-0,00034	0,00424	-0,00435	1,52264	-1,66544	35,97166	-1,25	-0,00329	0,24344	-0,81	3.565	43	71	43
	20	-0,00090	0,00408	-0,00433	2,42442	-4,02349	54,02068	-0,90	-0,00318	0,24096	-0,89	4.568	44	73	56
1,50	5	0,00068	0,00413	-0,00388	0,76237	-10,26518	128,17473	-1,09	-0,00698	0,22982	-1,25	1.697	44	69	20
	10	0,00003	0,00426	-0,00425	6,44740	-14,08437	229,04273	-0,71	-0,00615	0,24922	-1,37	3.088	46	74	39
	20	-0,00023	0,00412	-0,00419	1,56951	-5,47397	61,49671	-0,73	-0,00454	0,24628	-1,16	3.972	47	76	51
1,75	5	0,00099	0,00414	-0,00375	1,85017	-14,20542	222,19503	-1,20	-0,00891	0,23188	-1,48	1.483	46	71	18
	10	0,00096	0,00445	-0,00411	14,38860	15,76377	259,26139	0,81	-0,00589	0,25174	-1,22	2.700	47	75	34
	20	0,00054	0,00431	-0,00413	1,56949	11,33573	167,51917	0,63	-0,00412	0,24836	-0,98	3.471	47	77	45
2,00	5	0,00038	0,00405	-0,00392	4,83063	15,41828	249,70280	1,03	-0,01001	0,23168	-1,56	1.300	47	71	16
	10	0,00108	0,00446	-0,00407	0,24136	2,19021	17,46757	1,92	-0,00732	0,25258	-1,41	2.352	48	74	30
	20	0,00102	0,00435	-0,00398	0,50934	-8,85867	102,58410	-0,83	-0,00318	0,24726	-0,71	3.042	48	76	39
2,25	5	-0,00122	0,00351	-0,00388	2,92546	-5,69907	52,76524	-1,00	-0,01244	0,23687	-1,76	1.129	50	72	14
	10	0,00173	0,00452	-0,00381	0,55105	3,59466	46,91909	0,97	-0,00538	0,25516	-0,96	2.054	49	74	26
	20	0,00184	0,00437	-0,00357	0,83672	-10,98571	132,07033	-1,14	-0,00049	0,24776	-0,10	2.664	49	74	33
2,50	5	-0,00129	0,00353	-0,00392	25,23763	-16,37714	270,89958	-0,92	-0,01252	0,23643	-1,68	1.003	51	72	12
	10	0,00252	0,00476	-0,00361	0,35777	8,76686	116,39655	1,80	-0,00082	0,25735	-0,14	1.809	50	72	22
	20	0,00251	0,00458	-0,00338	0,31685	6,43908	67,53996	1,82	0,00319	0,24914	0,62	2.314	49	73	28
2,75	5	0,00113	0,00391	-0,00342	0,41467	-2,50507	52,59382	-1,00	-0,00823	0,23508	-1,05	900	51	70	11
	10	0,00366	0,00506	-0,00300	0,09821	0,07206	5,39579	1,44	0,00294	0,25657	0,46	1.596	49	70	19
	20	0,00378	0,00495	-0,00264	0,08954	0,24211	4,99940	1,44	0,00761	0,24778	1,38	2.020	48	70	24
3,00	5	0,00248	0,00464	-0,00348	0,59892	12,03505	177,13959	1,39	-0,00675	0,23618	-0,81	804	50	69	9
	10	0,00401	0,00516	-0,00274	0,08844	0,45002	5,44347	1,47	0,00328	0,25689	0,48	1.386	49	69	16
	20	0,00420	0,00502	-0,00215	0,08311	0,62046	5,68062	1,51	0,00913	0,24912	1,53	1.738	47	69	20
3,25	5	0,00266	0,00446	-0,00307	0,12118	1,66948	18,47204	1,35	-0,00951	0,23181	-1,09	701	50	68	8
	10	0,00422	0,00509	-0,00226	0,06939	0,64975	6,98608	1,57	0,00188	0,25421	0,25	1.192	48	68	14
	20	0,00438	0,00491	-0,00153	0,06313	0,66347	6,46052	1,66	0,00757	0,24553	1,19	1.485	47	68	17
3,50	5	0,00214	0,00375	-0,00252	0,08802	0,71783	7,96851	1,12	-0,00671	0,22710	-0,75	637	49	67	7
	10	0,00399	0,00461	-0,00160	0,06458	0,24525	6,52324	1,56	0,00212	0,24774	0,28	1.056	48	66	12
	20	0,00419	0,00447	-0,00081	0,05934	0,35834	6,70783	1,66	0,00677	0,23962	1,02	1.296	47	66	14
3,75	5	0,00185	0,00285	-0,00154	0,22617	9,14890	124,84339	1,21	-0,00615	0,22626	-0,64	558	49	66	6
	10	0,00337	0,00345	-0,00020	0,07238	0,69888	7,11298	1,36	0,00328	0,24873	0,40	911	48	65	10
	20	0,00360	0,00346	0,00039	0,06540	0,63020	6,36340	1,45	0,00829	0,24218	1,14	1.111	46	64	12

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
4,00	5	0,00236	0,00300	-0,00115	0,09862	2,67762	25,07404	1,13	-0,00726	0,21982	-0,74	507	50	63	5
	10	0,00404	0,00368	0,00119	0,05265	0,93895	6,83451	1,70	0,00158	0,24658	0,18	802	50	62	8
	20	0,00434	0,00376	0,00239	0,04946	0,72556	6,42192	1,86	0,00769	0,23905	1,00	975	48	62	10
4,25	5	0,00344	0,00387	-0,00101	0,06450	1,20907	11,46403	1,40	-0,00585	0,22314	-0,55	447	51	62	5
	10	0,00486	0,00438	0,00228	0,04276	0,77130	8,57336	2,23	-0,00014	0,24631	-0,01	696	51	61	7
	20	0,00500	0,00445	0,00293	0,04048	0,53322	7,80416	2,38	0,00467	0,23876	0,57	840	50	60	9
4,50	5	0,00371	0,00387	-0,00043	0,06447	1,74239	13,87274	1,46	-0,00710	0,22142	-0,64	394	51	61	4
	10	0,00506	0,00449	0,00315	0,04767	1,23904	9,76691	2,14	0,00099	0,24260	0,10	612	51	59	6
	20	0,00518	0,00451	0,00443	0,04639	1,14141	8,73705	2,23	0,00506	0,23535	0,58	735	50	59	7
4,75	5	0,00429	0,00383	0,00177	0,05602	1,45412	14,36748	1,72	-0,00494	0,22361	-0,42	359	50	60	4
	10	0,00461	0,00394	0,00327	0,05055	1,53516	14,42414	1,92	-0,00569	0,23886	-0,55	538	52	58	5
	20	0,00467	0,00392	0,00409	0,04890	1,09023	11,24630	1,98	-0,00064	0,23117	-0,07	644	50	57	6
5,00	5	0,00194	0,00193	0,00001	0,09744	1,05247	10,56208	1,11	-0,01374	0,21780	-1,12	315	52	60	3
	10	0,00370	0,00311	0,00194	0,06818	0,52955	8,75442	1,46	-0,01371	0,22745	-1,31	470	52	57	5
	20	0,00401	0,00316	0,00365	0,06367	0,32635	9,56291	1,57	-0,00736	0,22085	-0,79	565	50	56	5

### Ibex 35: resultados de la Cartera número 3

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
1,00	5	0,00303	0,00519	-0,00383	0,01948	0,09281	5,92957	2,75	0,01097	0,13423	4,40	2.900	33	50	24
	10	0,00271	0,00523	-0,00412	0,02349	-1,08444	20,11053	2,11	0,00905	0,15802	4,21	5.393	35	53	48
	20	0,00256	0,00527	-0,00427	0,02770	-3,06759	43,59816	1,78	0,00878	0,17812	4,90	9.884	36	58	97
	50	0,00234	0,00543	-0,00460	0,03476	-3,27804	43,53764	1,44	0,00749	0,21737	4,95	20.606	39	66	229
1,25	5	0,00289	0,00504	-0,00372	0,02186	-0,23948	7,44425	2,37	0,01046	0,13822	3,77	2.486	36	54	23
	10	0,00251	0,00515	-0,00414	0,02522	-0,95271	18,28613	1,87	0,00820	0,16378	3,42	4.662	37	57	45
	20	0,00248	0,00525	-0,00429	0,02886	-2,87741	40,96683	1,68	0,00832	0,18637	4,12	8.537	39	62	90
	50	0,00218	0,00537	-0,00461	0,03607	-3,12990	41,55648	1,34	0,00598	0,22483	3,56	17.873	41	70	212
1,50	5	0,00282	0,00496	-0,00366	0,02258	-0,07373	7,37057	2,26	0,01062	0,14248	3,46	2.159	38	58	21
	10	0,00243	0,00504	-0,00405	0,02616	-0,70165	17,24803	1,76	0,00773	0,16669	2,94	4.034	39	61	42
	20	0,00251	0,00519	-0,00420	0,02938	-2,50193	36,37352	1,68	0,00820	0,18988	3,73	7.473	41	66	83
	50	0,00232	0,00536	-0,00453	0,03594	-2,74740	37,32796	1,40	0,00607	0,22957	3,31	15.666	43	73	192
1,75	5	0,00278	0,00503	-0,00378	0,02381	0,84804	10,89780	2,14	0,01142	0,14779	3,37	1.904	39	61	20
	10	0,00239	0,00502	-0,00405	0,02719	-0,51805	18,25391	1,69	0,00796	0,17098	2,77	3.551	41	64	39
	20	0,00258	0,00523	-0,00420	0,02960	-2,19529	34,20876	1,70	0,00824	0,19588	3,41	6.553	42	68	76
	50	0,00230	0,00533	-0,00449	0,03549	-2,59353	35,35808	1,40	0,00530	0,23067	2,69	13.733	44	74	172

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
2,00	5	0,00278	0,00505	-0,00382	0,02444	1,08424	10,99430	2,09	0,01233	0,15138	3,35	1.687	40	63	18
	10	0,00242	0,00503	-0,00405	0,02871	-0,87667	20,10095	1,64	0,00856	0,17641	2,73	3.152	42	66	35
	20	0,00248	0,00520	-0,00423	0,03117	-2,13011	33,57986	1,60	0,00779	0,20129	2,94	5.786	43	70	68
	50	0,00214	0,00521	-0,00443	0,03764	-2,71452	36,20624	1,29	0,00443	0,23166	2,10	12.049	45	74	151
2,25	5	0,00284	0,00490	-0,00356	0,02603	2,29759	21,17902	2,02	0,01274	0,15361	3,21	1.497	42	65	16
	10	0,00232	0,00491	-0,00395	0,03010	-0,90388	23,60874	1,54	0,00779	0,17933	2,30	2.794	43	68	32
	20	0,00235	0,00508	-0,00416	0,03312	-2,09249	33,82337	1,47	0,00661	0,20340	2,32	5.110	44	71	61
	50	0,00207	0,00510	-0,00434	0,04003	-2,84462	37,60813	1,23	0,00438	0,23295	1,93	10.522	46	74	131
2,50	5	0,00294	0,00481	-0,00334	0,02832	3,95356	40,84168	1,94	0,01261	0,15538	2,97	1.338	42	65	15
	10	0,00245	0,00484	-0,00378	0,03173	-0,76434	26,14854	1,55	0,00852	0,18263	2,33	2.503	44	67	29
	20	0,00228	0,00497	-0,00405	0,03513	-2,38169	36,74554	1,39	0,00590	0,20551	1,94	4.558	45	70	54
	50	0,00237	0,00507	-0,00413	0,04037	-2,85176	39,33491	1,35	0,00612	0,23296	2,54	9.304	45	72	113
2,75	5	0,00286	0,00479	-0,00337	0,02904	0,98825	9,31856	1,88	0,01190	0,15560	2,64	1.192	43	65	13
	10	0,00230	0,00474	-0,00375	0,03325	-1,27450	23,29036	1,44	0,00678	0,18339	1,75	2.228	44	67	25
	20	0,00205	0,00482	-0,00399	0,03790	-2,32370	35,00882	1,24	0,00480	0,20574	1,48	4.049	45	69	47
	50	0,00235	0,00507	-0,00414	0,04141	-2,84535	39,14294	1,33	0,00506	0,23453	1,94	8.104	46	70	96
3,00	5	0,00267	0,00467	-0,00336	0,03067	0,95844	8,48518	1,70	0,01349	0,15583	2,86	1.088	43	65	12
	10	0,00228	0,00462	-0,00360	0,03539	-1,03585	23,21272	1,37	0,00740	0,18399	1,80	2.008	45	66	23
	20	0,00226	0,00487	-0,00394	0,03888	-2,03043	34,21437	1,31	0,00568	0,20646	1,66	3.627	45	68	42
	50	0,00271	0,00522	-0,00410	0,04142	-2,79939	39,33177	1,47	0,00639	0,23601	2,28	7.125	45	68	82
3,25	5	0,00308	0,00472	-0,00307	0,02971	0,76538	7,78976	1,96	0,01499	0,15519	3,04	988	43	63	11
	10	0,00266	0,00462	-0,00330	0,03597	-1,31373	25,25211	1,54	0,00858	0,18190	2,01	1.813	44	65	20
	20	0,00230	0,00478	-0,00380	0,04070	-1,92631	33,21272	1,30	0,00429	0,20386	1,19	3.223	45	67	36
	50	0,00239	0,00504	-0,00408	0,04841	-2,64153	40,43675	1,28	0,00534	0,23649	1,78	6.181	45	66	69
3,50	5	0,00337	0,00487	-0,00301	0,03003	0,38628	7,83822	2,11	0,01631	0,15642	3,11	890	42	63	10
	10	0,00295	0,00459	-0,00301	0,03491	-1,08360	22,28020	1,70	0,00919	0,18087	2,05	1.630	44	64	18
	20	0,00253	0,00472	-0,00355	0,04158	-1,91893	34,47979	1,39	0,00509	0,20475	1,33	2.877	44	65	32
	50	0,00245	0,00485	-0,00378	0,05090	-2,39394	39,73179	1,29	0,00618	0,23707	1,92	5.402	45	64	58
3,75	5	0,00344	0,00478	-0,00278	0,03289	0,57314	8,31463	2,01	0,01531	0,15700	2,76	802	44	63	8
	10	0,00278	0,00445	-0,00294	0,03703	-0,75098	17,99779	1,56	0,00872	0,18348	1,80	1.439	44	63	15
	20	0,00277	0,00481	-0,00348	0,04114	-1,67850	31,71788	1,49	0,00611	0,20661	1,49	2.553	44	63	27
	50	0,00283	0,00489	-0,00355	0,05004	-2,11764	39,30838	1,41	0,00807	0,23875	2,33	4.737	45	62	50
4,00	5	0,00365	0,00469	-0,00233	0,03673	1,17482	14,25465	1,95	0,01357	0,15237	2,38	716	44	61	7
	10	0,00294	0,00425	-0,00246	0,04048	-0,82590	16,74948	1,55	0,00713	0,18367	1,39	1.285	44	61	13
	20	0,00260	0,00449	-0,00318	0,04402	-1,76161	32,78482	1,38	0,00439	0,20228	1,03	2.253	44	62	23
	50	0,00296	0,00465	-0,00308	0,05476	-1,94417	43,64053	1,43	0,00795	0,23908	2,14	4.129	44	60	42

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
4,25	5	0,00396	0,00455	-0,00154	0,03407	1,96890	19,26422	2,20	0,01696	0,14704	2,95	653	42	61	7
	10	0,00300	0,00389	-0,00178	0,04215	0,50778	21,09966	1,53	0,00990	0,18366	1,83	1.149	43	60	12
	20	0,00249	0,00403	-0,00260	0,04970	-1,17917	33,15456	1,28	0,00769	0,20474	1,68	2.002	43	60	20
	50	0,00293	0,00430	-0,00257	0,05895	-1,29523	44,53956	1,39	0,01147	0,24268	2,85	3.622	43	59	36
4,50	5	0,00397	0,00425	-0,00077	0,03743	1,56372	16,89112	2,06	0,01780	0,14427	3,02	598	41	58	6
	10	0,00293	0,00355	-0,00126	0,04611	0,39863	20,91086	1,44	0,01045	0,18193	1,85	1.041	42	58	10
	20	0,00256	0,00371	-0,00203	0,05577	-0,57849	31,71952	1,26	0,00866	0,20581	1,78	1.790	43	59	18
	50	0,00306	0,00417	-0,00220	0,06791	-0,24738	44,67770	1,40	0,01381	0,24541	3,18	3.197	42	57	31
4,75	5	0,00390	0,00420	-0,00081	0,03321	1,78361	16,92836	2,22	0,01767	0,14421	2,80	523	41	57	5
	10	0,00297	0,00391	-0,00185	0,04019	0,66554	20,93469	1,56	0,00992	0,18092	1,67	929	42	57	9
	20	0,00298	0,00406	-0,00210	0,04810	-0,75138	29,93120	1,45	0,00959	0,20776	1,84	1.595	42	57	15
	50	0,00345	0,00450	-0,00226	0,05796	-1,17729	46,45666	1,54	0,01492	0,24996	3,17	2.824	42	56	27
5,00	5	0,00408	0,00392	0,00053	0,03440	1,61114	14,98922	2,25	0,01780	0,14445	2,66	465	39	56	4
	10	0,00379	0,00407	-0,00074	0,04001	0,64733	23,48918	1,91	0,01117	0,17803	1,81	828	41	55	8
	20	0,00346	0,00420	-0,00168	0,04968	-0,77763	37,02695	1,60	0,01026	0,20949	1,84	1.409	42	56	13
	50	0,00366	0,00444	-0,00184	0,06203	-0,40217	55,05364	1,57	0,01551	0,25479	3,03	2.471	41	54	23

#### Ibex 35: resultados de la Cartera número 4

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
1,00	5	0,00170	0,00459	-0,00391	0,04770	0,95629	7,87679	0,98	-0,00008	0,20134	-0,02	2.104	38	59	21
	10	0,00136	0,00447	-0,00395	0,05829	0,97306	8,03890	0,86	-0,00001	0,22596	0,00	3.652	40	64	39
	20	0,00032	0,00412	-0,00401	0,07103	1,18966	16,06744	0,65	-0,00352	0,24481	-1,10	5.904	42	69	69
	50	0,00018	0,00403	-0,00397	0,07264	1,09668	14,71922	0,63	-0,00574	0,25207	-2,06	8.170	44	73	101
1,25	5	0,00184	0,00459	-0,00383	0,04654	0,92697	7,31427	1,03	-0,00016	0,20365	-0,03	1.841	41	64	20
	10	0,00148	0,00443	-0,00384	0,05647	0,97822	8,10583	0,89	0,00063	0,23123	0,15	3.208	43	68	37
	20	0,00076	0,00417	-0,00389	0,06838	1,26914	17,42689	0,74	-0,00245	0,25186	-0,70	5.194	44	73	64
	50	0,00062	0,00409	-0,00386	0,06998	1,18069	15,93765	0,71	-0,00583	0,25956	-1,90	7.174	46	77	93
1,50	5	0,00209	0,00460	-0,00370	0,04434	0,91045	6,77367	1,14	-0,00078	0,20611	-0,15	1.639	43	67	19
	10	0,00181	0,00440	-0,00362	0,05281	1,03339	8,43634	1,00	0,00019	0,23312	0,04	2.855	44	71	34
	20	0,00117	0,00417	-0,00370	0,06194	1,05874	15,06637	0,82	-0,00324	0,25214	-0,87	4.595	45	75	58
	50	0,00103	0,00409	-0,00368	0,06327	0,98641	13,85472	0,78	-0,00692	0,26208	-2,10	6.312	47	79	84

Criterio entrada	Pares	Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Rentabilidad mensual			Rentabilidad operación			Operaciones		
							Curtosis	t de Student		Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media
1,75	5	0,00226	0,00461	-0,00360	0,04399	0,84477	6,18577	1,21	-0,00083	0,20827	-0,15	1.465	45	70	17
	10	0,00200	0,00445	-0,00357	0,05132	0,94648	7,83685	1,06	0,00036	0,23206	0,08	2.547	45	73	31
	20	0,00177	0,00431	-0,00354	0,05833	0,98546	13,99896	0,98	-0,00101	0,25478	-0,25	4.087	46	76	52
	50	0,00157	0,00424	-0,00357	0,05945	0,92843	13,00228	0,92	-0,00666	0,26138	-1,90	5.554	48	79	75
2,00	5	0,00198	0,00449	-0,00363	0,04937	0,89329	6,34686	1,06	-0,00213	0,20623	-0,37	1.300	47	72	16
	10	0,00224	0,00444	-0,00338	0,05515	1,08240	8,65817	1,12	0,00237	0,23082	0,49	2.277	46	73	28
	20	0,00189	0,00431	-0,00346	0,06443	1,33018	17,28585	1,01	-0,00028	0,25321	-0,07	3.608	47	76	46
	50	0,00157	0,00418	-0,00349	0,06578	1,26850	16,00773	0,92	-0,00802	0,25486	-2,20	4.889	49	79	65
2,25	5	0,00178	0,00433	-0,00356	0,06192	1,06413	6,85948	0,97	0,00141	0,21111	0,23	1.169	48	71	14
	10	0,00183	0,00408	-0,00321	0,07154	1,29002	9,45562	0,99	0,00346	0,23247	0,67	2.018	47	73	25
	20	0,00132	0,00399	-0,00342	0,08553	2,11195	22,98260	0,92	-0,00094	0,25021	-0,21	3.157	48	75	40
	50	0,00101	0,00391	-0,00349	0,08728	2,01682	21,35206	0,87	-0,00821	0,24911	-2,15	4.278	50	77	56
2,50	5	0,00311	0,00449	-0,00268	0,05108	1,13609	8,01272	1,42	0,00557	0,21110	0,86	1.063	47	70	13
	10	0,00339	0,00450	-0,00233	0,05821	1,13410	10,22295	1,43	0,00681	0,23051	1,26	1.818	46	71	22
	20	0,00277	0,00428	-0,00270	0,06700	1,34076	17,65541	1,22	0,00109	0,24858	0,23	2.788	48	73	34
	50	0,00247	0,00417	-0,00283	0,06849	1,28755	16,34734	1,15	-0,00654	0,24497	-1,64	3.755	50	75	47
2,75	5	0,00388	0,00459	-0,00177	0,04255	0,88426	7,75215	1,86	0,00719	0,20830	1,07	953	48	69	11
	10	0,00385	0,00444	-0,00149	0,04972	0,93342	9,51402	1,69	0,00754	0,22450	1,35	1.606	46	70	19
	20	0,00341	0,00440	-0,00213	0,05505	0,91353	13,70633	1,48	0,00034	0,24381	0,07	2.429	48	71	29
	50	0,00308	0,00423	-0,00226	0,05677	0,89087	12,44633	1,36	-0,00710	0,23673	-1,72	3.274	50	73	40
3,00	5	0,00409	0,00454	-0,00125	0,03801	1,11033	7,94554	2,09	0,01022	0,20848	1,44	868	47	67	10
	10	0,00401	0,00443	-0,00113	0,04417	1,08382	9,41632	1,86	0,00682	0,22184	1,16	1.425	47	68	16
	20	0,00356	0,00423	-0,00157	0,04785	0,84877	11,71921	1,62	-0,00283	0,23375	-0,56	2.139	48	69	25
	50	0,00335	0,00410	-0,00164	0,04915	0,83937	10,85460	1,53	-0,00739	0,22732	-1,75	2.881	49	70	34
3,25	5	0,00429	0,00460	-0,00091	0,04450	1,03952	8,49710	1,96	0,00739	0,20975	0,97	762	49	66	9
	10	0,00406	0,00426	-0,00059	0,05393	1,26935	10,93259	1,68	0,00477	0,22510	0,75	1.241	48	67	14
	20	0,00371	0,00428	-0,00139	0,05732	1,07164	14,17323	1,54	-0,00468	0,23370	-0,86	1.859	49	68	21
	50	0,00357	0,00420	-0,00148	0,05844	1,04887	13,32311	1,49	-0,00635	0,22747	-1,40	2.503	50	68	29
3,50	5	0,00457	0,00493	-0,00114	0,04892	1,47765	11,33208	1,94	0,00156	0,20701	0,19	669	50	65	7
	10	0,00373	0,00405	-0,00083	0,05959	1,42885	11,82150	1,51	-0,00144	0,21899	-0,22	1.076	49	65	12
	20	0,00312	0,00396	-0,00175	0,06153	1,07936	12,02338	1,34	-0,00963	0,23092	-1,67	1.603	51	66	18
	50	0,00304	0,00388	-0,00171	0,06262	1,09170	11,57909	1,31	-0,01021	0,22278	-2,13	2.151	51	66	24
3,75	5	0,00310	0,00424	-0,00225	0,06474	1,83334	13,16855	1,30	-0,00943	0,19536	-1,17	586	53	64	6
	10	0,00376	0,00440	-0,00156	0,06921	1,38587	12,15811	1,45	-0,00994	0,21157	-1,44	936	51	64	10
	20	0,00305	0,00436	-0,00252	0,06690	1,27099	13,00764	1,29	-0,01704	0,22531	-2,82	1.386	52	65	15
	50	0,00329	0,00445	-0,00239	0,06716	1,25230	12,60386	1,35	-0,01242	0,22057	-2,42	1.851	51	64	20

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
4,00	5	0,00278	0,00392	-0,00211	0,07198	1,71771	13,03521	1,20	-0,01445	0,19131	-1,71	513	54	63	5
	10	0,00339	0,00417	-0,00172	0,08374	1,80985	14,93742	1,32	-0,01237	0,20848	-1,70	818	52	64	9
	20	0,00279	0,00442	-0,00289	0,08283	1,74023	16,00414	1,21	-0,02028	0,21926	-3,21	1.202	53	64	13
	50	0,00310	0,00451	-0,00271	0,08125	1,59534	14,92847	1,27	-0,01440	0,21436	-2,69	1.603	52	63	17
4,25	5	0,00178	0,00382	-0,00291	0,09217	1,74123	14,70831	1,04	-0,01453	0,18757	-1,67	465	54	62	5
	10	0,00289	0,00404	-0,00218	0,12171	2,63695	24,49636	1,31	-0,01588	0,20406	-2,10	727	53	62	8
	20	0,00269	0,00460	-0,00325	0,11964	3,47761	35,59930	1,25	-0,01940	0,21691	-2,92	1.068	53	62	11
	50	0,00281	0,00454	-0,00306	0,11953	3,47611	35,68106	1,26	-0,01432	0,20999	-2,56	1.413	52	61	15
4,50	5	0,00137	0,00250	-0,00155	0,09306	1,54672	15,57918	0,98	-0,01575	0,18034	-1,79	422	54	60	4
	10	0,00237	0,00306	-0,00123	0,11293	2,19782	21,27730	1,22	-0,01800	0,20022	-2,28	646	53	60	7
	20	0,00245	0,00429	-0,00301	0,11752	3,39516	36,06523	1,21	-0,02074	0,21421	-2,97	941	52	61	10
	50	0,00272	0,00435	-0,00285	0,11723	3,39762	36,31671	1,25	-0,01438	0,20886	-2,42	1.233	51	60	12
4,75	5	0,00190	0,00267	-0,00122	0,10105	2,07312	22,22840	1,10	-0,01687	0,18212	-1,80	378	53	58	4
	10	0,00264	0,00311	-0,00091	0,09904	1,63716	19,86410	1,24	-0,02348	0,19762	-2,83	568	53	59	6
	20	0,00287	0,00406	-0,00224	0,09643	2,19253	26,53626	1,25	-0,02506	0,21083	-3,42	829	52	60	8
	50	0,00292	0,00398	-0,00204	0,09650	2,18355	26,44524	1,26	-0,01996	0,20342	-3,21	1.073	51	58	11
5,00	5	0,00174	0,00241	-0,00104	0,07574	1,37936	12,02368	0,98	-0,01742	0,18144	-1,75	334	52	58	3
	10	0,00227	0,00255	-0,00052	0,07736	0,96222	10,50127	1,11	-0,02509	0,19670	-2,87	505	52	58	5
	20	0,00347	0,00394	-0,00110	0,06775	0,93414	12,41907	1,40	-0,02615	0,20885	-3,40	736	52	59	7
	50	0,00366	0,00397	-0,00081	0,06737	0,90938	12,48425	1,45	-0,01865	0,20281	-2,83	949	50	57	9

### Ibex 35: resultados de la Cartera número 5

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
1,00	5	0,00338	0,00592	-0,00462	0,02683	-0,36904	6,67442	2,31	0,01356	0,11238	6,34	2.762	32	51	24
	10	0,00328	0,00582	-0,00454	0,02487	-0,47152	6,52724	2,40	0,01494	0,11638	9,11	5.036	34	56	47
	20	0,00293	0,00574	-0,00466	0,02641	-0,32682	7,02276	2,06	0,01444	0,12201	10,66	8.116	35	60	83
1,25	5	0,00354	0,00593	-0,00450	0,02639	-0,22689	6,68965	2,45	0,01522	0,11672	6,38	2.392	34	55	22
	10	0,00338	0,00584	-0,00450	0,02530	-0,52562	7,03356	2,43	0,01645	0,12186	8,89	4.340	36	60	44
	20	0,00306	0,00579	-0,00464	0,02712	-0,37630	7,56435	2,10	0,01592	0,12762	10,44	7.001	37	65	77
1,50	5	0,00336	0,00587	-0,00456	0,02659	-0,21713	6,63667	2,32	0,01436	0,12018	5,42	2.061	36	59	21
	10	0,00342	0,00585	-0,00449	0,02556	-0,38110	6,81290	2,44	0,01688	0,12565	8,25	3.773	38	63	40
	20	0,00324	0,00583	-0,00458	0,02748	-0,29350	7,46477	2,19	0,01734	0,13105	10,35	6.116	39	67	70

Criterio entrada	Rentabilidad mensual								Rentabilidad operación			Operaciones			
	Pares	Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
1,75	5	0,00341	0,00584	-0,00447	0,03030	-0,54465	8,10633	2,13	0,01577	0,12443	5,43	1.836	37	62	19
	10	0,00350	0,00587	-0,00445	0,02652	-0,58668	7,81461	2,41	0,01829	0,12842	8,23	3.340	38	65	37
	20	0,00339	0,00587	-0,00453	0,02766	-0,36158	7,85312	2,27	0,01865	0,13389	10,21	5.366	40	69	63
2,00	5	0,00338	0,00576	-0,00439	0,03191	-0,88852	10,23576	2,03	0,01633	0,12914	5,09	1.620	38	64	17
	10	0,00346	0,00587	-0,00448	0,02714	-0,49769	6,99505	2,34	0,01891	0,13246	7,72	2.927	39	67	33
	20	0,00349	0,00593	-0,00455	0,02700	-0,20401	6,84510	2,37	0,01986	0,13657	9,96	4.694	40	70	56
2,25	5	0,00335	0,00574	-0,00438	0,03212	-0,80489	9,75620	2,00	0,01543	0,13233	4,38	1.415	39	66	16
	10	0,00333	0,00583	-0,00452	0,02937	-0,61009	7,85940	2,13	0,01841	0,13514	6,87	2.544	39	69	30
	20	0,00358	0,00593	-0,00448	0,02766	-0,20556	7,08390	2,38	0,02008	0,13877	9,24	4.079	41	71	49
2,50	5	0,00329	0,00566	-0,00431	0,03206	-0,55877	8,70047	1,97	0,01540	0,13319	4,11	1.267	40	67	14
	10	0,00363	0,00577	-0,00419	0,02819	-0,28312	7,05792	2,37	0,01989	0,13697	6,92	2.274	40	68	26
	20	0,00373	0,00584	-0,00421	0,02745	-0,00194	6,61679	2,49	0,02124	0,14032	9,09	3.602	41	70	43
2,75	5	0,00336	0,00553	-0,00406	0,03117	-0,37556	7,36114	2,05	0,01471	0,13501	3,67	1.135	41	66	13
	10	0,00356	0,00570	-0,00414	0,02837	-0,05644	6,01686	2,32	0,01931	0,13799	6,27	2.007	41	68	23
	20	0,00357	0,00566	-0,00407	0,02816	0,02248	5,94111	2,34	0,02061	0,14002	8,26	3.148	42	69	37
3,00	5	0,00251	0,00543	-0,00451	0,03527	-0,14032	5,49980	1,47	0,01292	0,13397	3,08	1.020	42	66	11
	10	0,00300	0,00556	-0,00437	0,03154	-0,03615	5,91487	1,84	0,01749	0,13694	5,38	1.772	42	67	20
	20	0,00324	0,00555	-0,00418	0,03126	0,09436	6,30857	1,98	0,02016	0,13995	7,57	2.762	42	67	31
3,25	5	0,00274	0,00524	-0,00412	0,03616	-0,11022	6,09871	1,56	0,01183	0,13394	2,67	910	42	66	10
	10	0,00312	0,00534	-0,00398	0,03210	0,05297	5,14783	1,88	0,01682	0,13717	4,86	1.571	42	65	17
	20	0,00331	0,00545	-0,00399	0,03164	0,13183	5,67450	2,00	0,01949	0,14070	6,81	2.416	41	65	27
3,50	5	0,00335	0,00545	-0,00394	0,03667	-0,07281	5,93171	1,82	0,01183	0,13459	2,50	811	41	65	9
	10	0,00363	0,00525	-0,00337	0,03224	0,07311	5,33829	2,13	0,01571	0,13739	4,24	1.377	42	64	15
	20	0,00376	0,00544	-0,00353	0,03282	0,04736	5,98432	2,18	0,01939	0,13870	6,43	2.116	41	64	23
3,75	5	0,00302	0,00534	-0,00405	0,03900	0,06967	5,48690	1,61	0,01037	0,13551	2,04	710	42	64	8
	10	0,00354	0,00510	-0,00321	0,03407	-0,08949	5,56296	2,01	0,01517	0,13710	3,84	1.202	42	63	13
	20	0,00369	0,00527	-0,00332	0,03524	-0,03779	5,86082	2,03	0,02042	0,13925	6,29	1.838	41	62	19
4,00	5	0,00328	0,00549	-0,00406	0,03682	0,24810	5,84131	1,78	0,00936	0,13788	1,70	628	43	64	7
	10	0,00355	0,00524	-0,00342	0,03399	0,04889	5,50083	2,02	0,01182	0,13535	2,82	1.042	43	63	11
	20	0,00378	0,00553	-0,00367	0,03445	0,04666	5,29020	2,11	0,01879	0,13820	5,42	1.592	42	61	17
4,25	5	0,00261	0,00516	-0,00410	0,03922	0,12458	5,86404	1,43	0,00629	0,13797	1,08	558	46	64	6
	10	0,00337	0,00516	-0,00348	0,03633	0,03217	5,85307	1,84	0,01027	0,13612	2,29	922	44	63	10
	20	0,00370	0,00541	-0,00356	0,03455	-0,22293	5,67566	2,06	0,01713	0,13534	4,73	1.397	42	61	14
4,50	5	0,00279	0,00515	-0,00396	0,03981	0,41465	7,11776	1,49	0,00673	0,13693	1,11	515	47	63	5
	10	0,00350	0,00513	-0,00330	0,03533	0,14422	5,77750	1,94	0,01126	0,13565	2,40	836	45	62	9
	20	0,00370	0,00541	-0,00355	0,03485	-0,15997	5,50091	2,05	0,01717	0,13609	4,43	1.231	43	60	13

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
4,75	5	0,00313	0,00510	-0,00361	0,03891	0,65541	8,92574	1,65	0,00756	0,13491	1,23	478	46	61	5
	10	0,00376	0,00509	-0,00292	0,03439	0,20370	5,95660	2,10	0,01304	0,13530	2,66	763	44	60	8
	20	0,00394	0,00544	-0,00333	0,03395	-0,04455	5,54338	2,21	0,01743	0,13663	4,22	1.096	42	59	11
5,00	5	0,00341	0,00511	-0,00337	0,03776	0,30432	7,93784	1,81	0,00949	0,13480	1,48	444	48	59	4
	10	0,00424	0,00524	-0,00255	0,03143	0,30861	6,85696	2,50	0,01496	0,13594	2,90	693	45	58	7
	20	0,00416	0,00534	-0,00286	0,03296	0,10214	6,30477	2,37	0,01845	0,13591	4,26	986	42	57	9

### Ibex 35: resultados de la Cartera número 6

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
1,00	5	0,00312	0,00488	-0,00328	0,02315	0,09415	3,46315	2,43	0,01097	0,13043	4,50	2.858	32	50	24
	10	0,00281	0,00501	-0,00374	0,02367	0,27363	4,15974	2,17	0,01044	0,13664	5,60	5.362	34	53	48
	20	0,00189	0,00478	-0,00404	0,02676	0,44733	3,71130	1,39	0,00672	0,15798	4,22	9.824	36	59	97
	50	-0,00148	0,00430	-0,00466	0,06183	3,07679	30,12164	0,07	-0,00546	0,21737	-3,55	19.984	41	69	234
1,25	5	0,00333	0,00495	-0,00317	0,02368	0,17105	3,73666	2,53	0,01251	0,13666	4,58	2.500	34	53	23
	10	0,00304	0,00506	-0,00363	0,02389	0,37377	4,19935	2,31	0,01224	0,14196	5,91	4.695	36	57	45
	20	0,00219	0,00483	-0,00393	0,02685	0,51620	3,67930	1,57	0,00840	0,16288	4,78	8.592	38	63	91
	50	-0,00107	0,00433	-0,00460	0,06322	3,34925	31,96786	0,19	-0,00515	0,22124	-3,08	17.580	43	73	216
1,50	5	0,00346	0,00502	-0,00316	0,02455	0,20446	3,83930	2,54	0,01303	0,14273	4,25	2.170	36	57	21
	10	0,00324	0,00512	-0,00354	0,02446	0,40291	4,01596	2,40	0,01362	0,14763	5,92	4.116	38	61	42
	20	0,00247	0,00493	-0,00388	0,02771	0,58694	3,85040	1,71	0,00992	0,16930	5,09	7.563	40	66	84
	50	-0,00070	0,00440	-0,00458	0,06662	4,24071	43,85315	0,31	-0,00484	0,22586	-2,67	15.511	45	75	197
1,75	5	0,00349	0,00517	-0,00337	0,02537	0,35471	4,37319	2,49	0,01338	0,14867	3,94	1.912	38	60	19
	10	0,00327	0,00517	-0,00358	0,02520	0,49841	4,07480	2,36	0,01434	0,15308	5,63	3.617	39	64	39
	20	0,00252	0,00497	-0,00389	0,02880	0,66919	4,33477	1,69	0,01069	0,17357	5,03	6.675	41	68	77
	50	-0,00033	0,00448	-0,00458	0,06994	5,20643	58,69300	0,41	-0,00392	0,22965	-2,00	13.745	46	76	177
2,00	5	0,00352	0,00533	-0,00360	0,02656	0,63276	5,87031	2,42	0,01397	0,15298	3,73	1.666	39	62	18
	10	0,00333	0,00531	-0,00374	0,02641	0,61529	4,77009	2,31	0,01522	0,15786	5,43	3.173	41	65	35
	20	0,00274	0,00510	-0,00392	0,02865	0,69977	4,71511	1,82	0,01223	0,17726	5,30	5.895	42	69	69
	50	0,00047	0,00464	-0,00449	0,06716	5,92471	70,21565	0,58	-0,00133	0,23301	-0,63	12.182	46	76	156
2,25	5	0,00341	0,00531	-0,00368	0,02859	1,28334	10,46870	2,21	0,01416	0,15487	3,54	1.495	40	63	16
	10	0,00340	0,00534	-0,00373	0,02686	1,05026	7,58511	2,32	0,01557	0,15981	5,18	2.830	41	66	32
	20	0,00300	0,00522	-0,00389	0,02904	0,99819	6,45026	1,95	0,01329	0,18092	5,31	5.233	42	70	62
	50	0,00061	0,00465	-0,00446	0,06730	6,20182	75,40069	0,61	-0,00103	0,23414	-0,45	10.706	46	75	135

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
2,50	5	0,00347	0,00535	-0,00369	0,02835	1,22936	10,03179	2,26	0,01515	0,14861	3,74	1.346	41	64	14
	10	0,00337	0,00532	-0,00373	0,02757	1,18376	8,81603	2,25	0,01533	0,15669	4,91	2.514	42	67	28
	20	0,00295	0,00522	-0,00393	0,03022	1,10675	7,68266	1,86	0,01334	0,18010	5,03	4.613	43	70	54
	50	0,00089	0,00470	-0,00442	0,06794	7,05440	89,76839	0,67	0,00033	0,23344	0,14	9.391	46	73	116
2,75	5	0,00354	0,00523	-0,00343	0,02973	1,23293	9,94029	2,22	0,01560	0,15091	3,59	1.206	42	64	13
	10	0,00362	0,00533	-0,00350	0,02856	1,61781	12,48217	2,33	0,01703	0,16041	5,04	2.252	41	66	25
	20	0,00343	0,00533	-0,00369	0,03006	1,61033	10,77058	2,13	0,01647	0,18456	5,72	4.106	43	69	48
	50	0,00149	0,00480	-0,00427	0,05974	6,50410	80,30405	0,82	0,00313	0,23495	1,21	8.259	46	71	99
3,00	5	0,00340	0,00496	-0,00312	0,03286	0,27359	3,34763	1,99	0,01611	0,15328	3,45	1.078	42	64	12
	10	0,00358	0,00520	-0,00333	0,02916	0,71937	4,92944	2,28	0,01767	0,16203	4,87	1.992	41	66	22
	20	0,00332	0,00518	-0,00355	0,03114	1,46735	9,44039	2,02	0,01616	0,18401	5,27	3.597	43	68	41
	50	0,00195	0,00472	-0,00393	0,05762	6,49392	79,88917	0,96	0,00626	0,23485	2,27	7.223	46	69	85
3,25	5	0,00392	0,00523	-0,00298	0,03146	0,43039	3,67478	2,33	0,01787	0,14625	3,81	973	42	64	10
	10	0,00371	0,00509	-0,00301	0,02976	0,69111	4,94930	2,31	0,01924	0,15705	5,18	1.787	42	65	20
	20	0,00378	0,00529	-0,00327	0,02984	1,77400	11,50369	2,34	0,02032	0,18412	6,27	3.226	42	66	36
	50	0,00269	0,00487	-0,00364	0,05366	6,09608	73,12478	1,21	0,00955	0,23829	3,20	6.372	46	67	72
3,50	5	0,00333	0,00491	-0,00311	0,03418	0,34027	4,23031	1,90	0,01617	0,14229	3,35	870	42	62	9
	10	0,00361	0,00507	-0,00308	0,03175	0,59439	4,76966	2,15	0,01922	0,15518	4,94	1.591	42	64	17
	20	0,00387	0,00532	-0,00321	0,03298	2,75347	20,82797	2,21	0,02016	0,18322	5,87	2.846	43	65	31
	50	0,00285	0,00486	-0,00350	0,05699	6,92628	86,21634	1,22	0,01017	0,23815	3,19	5.575	46	65	61
3,75	5	0,00353	0,00488	-0,00284	0,03289	0,24937	4,09695	2,05	0,01866	0,14233	3,71	800	42	61	8
	10	0,00373	0,00500	-0,00280	0,03107	0,57565	4,55041	2,25	0,02065	0,15667	5,00	1.438	42	62	15
	20	0,00388	0,00515	-0,00289	0,03476	3,22162	29,18085	2,12	0,02124	0,18160	5,90	2.546	43	62	27
	50	0,00250	0,00447	-0,00322	0,06447	8,04940	107,25796	1,06	0,00798	0,22503	2,49	4.936	45	62	52
4,00	5	0,00290	0,00473	-0,00325	0,04109	-0,71534	12,44690	1,52	0,01706	0,14027	3,25	713	42	60	7
	10	0,00350	0,00485	-0,00282	0,03460	0,63726	4,91447	1,96	0,02077	0,15079	4,95	1.291	42	60	13
	20	0,00342	0,00488	-0,00297	0,03702	2,89438	25,45175	1,82	0,02101	0,17803	5,61	2.259	42	61	23
	50	0,00244	0,00448	-0,00330	0,06167	7,18281	93,04213	1,07	0,00843	0,22262	2,49	4.330	45	61	45
4,25	5	0,00373	0,00525	-0,00324	0,04053	-0,12543	10,83162	1,87	0,01821	0,14121	3,28	648	43	59	6
	10	0,00398	0,00521	-0,00287	0,03656	0,53713	4,63034	2,11	0,01961	0,14988	4,44	1.151	43	59	11
	20	0,00376	0,00520	-0,00312	0,04070	4,14538	41,90873	1,84	0,02088	0,17892	5,23	2.011	42	59	20
	50	0,00243	0,00463	-0,00350	0,06127	7,07806	91,14435	1,07	0,00815	0,21948	2,29	3.793	45	59	38
4,50	5	0,00188	0,00461	-0,00384	0,04935	-4,43502	55,28022	1,15	0,01870	0,14163	3,17	578	42	57	6
	10	0,00338	0,00462	-0,00257	0,04061	0,74547	6,26369	1,71	0,01960	0,15042	4,16	1.019	42	57	10
	20	0,00370	0,00513	-0,00306	0,04889	4,73467	54,79973	1,62	0,02234	0,18244	5,16	1.773	42	58	17
	50	0,00273	0,00466	-0,00331	0,06669	7,36998	95,76828	1,12	0,00770	0,21835	2,04	3.334	45	58	32

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
4,75	5	0,00206	0,00467	-0,00381	0,05539	-3,12924	37,43429	1,17	0,01942	0,14299	3,10	520	41	56	5
	10	0,00424	0,00500	-0,00202	0,03852	0,97299	6,51319	2,14	0,02108	0,15417	4,10	901	42	56	8
	20	0,00417	0,00511	-0,00238	0,04961	4,97872	56,64266	1,76	0,02359	0,18253	5,11	1.563	42	56	15
	50	0,00310	0,00457	-0,00281	0,07035	7,97928	105,45832	1,18	0,00702	0,21355	1,78	2.927	45	56	28
5,00	5	0,00022	0,00411	-0,00404	0,08098	-1,51922	23,27043	0,87	0,02001	0,14617	2,97	471	41	56	4
	10	0,00364	0,00470	-0,00236	0,04879	0,90417	6,48355	1,63	0,02160	0,15949	3,85	807	42	55	7
	20	0,00470	0,00567	-0,00270	0,05473	4,98131	55,52950	1,82	0,02272	0,18241	4,64	1.387	42	54	13
	50	0,00375	0,00498	-0,00274	0,06944	6,89330	86,76639	1,36	0,00757	0,21171	1,82	2.581	46	55	24

### Ibex 35: resultados de la Cartera número 7

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
1,00	5	0,00299	0,00507	-0,00369	0,02400	1,44111	10,54548	2,26	0,00905	0,15419	2,99	2.601	35	55	24
	10	0,00325	0,00521	-0,00367	0,02432	3,40476	26,68662	2,41	0,01199	0,17436	4,77	4.804	37	59	48
	20	0,00354	0,00548	-0,00382	0,02684	4,12256	37,57673	2,40	0,01426	0,19062	6,75	8.155	39	65	89
1,25	5	0,00235	0,00488	-0,00389	0,02728	1,04042	9,72878	1,65	0,00699	0,15917	2,08	2.247	39	59	23
	10	0,00275	0,00503	-0,00381	0,02617	3,14196	25,25976	1,95	0,00993	0,17613	3,63	4.135	40	64	44
	20	0,00329	0,00537	-0,00388	0,02814	4,03488	37,72049	2,16	0,01233	0,19383	5,32	7.007	41	70	82
1,50	5	0,00205	0,00453	-0,00363	0,02827	0,95194	9,59983	1,44	0,00615	0,16306	1,66	1.940	41	64	21
	10	0,00246	0,00476	-0,00366	0,02715	2,63320	20,82393	1,72	0,00852	0,18013	2,83	3.573	42	68	41
	20	0,00331	0,00525	-0,00368	0,02921	4,49514	44,91940	2,10	0,01169	0,19415	4,70	6.095	43	73	75
1,75	5	0,00235	0,00471	-0,00367	0,02929	1,54901	13,30525	1,57	0,00823	0,16715	2,04	1.716	43	67	19
	10	0,00267	0,00487	-0,00365	0,02848	3,37853	30,34139	1,78	0,00965	0,18310	2,96	3.154	44	70	37
	20	0,00351	0,00533	-0,00362	0,02966	4,44973	44,16222	2,19	0,01282	0,19469	4,82	5.349	44	74	67
2,00	5	0,00238	0,00463	-0,00354	0,02982	1,35742	10,15705	1,57	0,00887	0,17009	2,04	1.527	43	69	18
	10	0,00242	0,00471	-0,00362	0,02926	2,62738	22,56595	1,60	0,00856	0,18337	2,46	2.777	44	71	33
	20	0,00343	0,00521	-0,00350	0,03025	4,14640	40,38712	2,12	0,01277	0,19331	4,53	4.707	45	74	59
2,25	5	0,00235	0,00453	-0,00342	0,03070	2,12636	15,65045	1,52	0,00809	0,16981	1,76	1.356	45	70	16
	10	0,00197	0,00446	-0,00359	0,02986	2,51655	20,86594	1,33	0,00624	0,18228	1,69	2.432	46	71	29
	20	0,00309	0,00496	-0,00343	0,02924	2,84526	24,36042	1,98	0,01184	0,19204	3,94	4.071	46	74	51
2,50	5	0,00230	0,00425	-0,00308	0,03143	2,28794	17,16385	1,46	0,00788	0,16855	1,63	1.210	45	70	14
	10	0,00201	0,00438	-0,00347	0,03151	2,53324	20,78855	1,31	0,00728	0,18024	1,88	2.179	46	71	26
	20	0,00307	0,00489	-0,00334	0,03035	2,96942	24,51474	1,92	0,01278	0,18678	4,11	3.604	45	72	44

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
2,75	5	0,00224	0,00422	-0,00309	0,03138	1,64492	11,78416	1,44	0,00748	0,16428	1,50	1.081	46	69	13
	10	0,00170	0,00429	-0,00355	0,03404	1,16534	10,16447	1,11	0,00791	0,17536	1,99	1.943	46	69	23
	20	0,00349	0,00504	-0,00316	0,02894	1,97721	13,23788	2,23	0,01484	0,18232	4,57	3.156	45	70	38
3,00	5	0,00269	0,00407	-0,00247	0,03315	2,37044	15,65870	1,61	0,01175	0,16430	2,24	983	46	68	11
	10	0,00289	0,00460	-0,00308	0,03072	1,86204	11,15127	1,81	0,01216	0,17454	2,91	1.742	45	68	20
	20	0,00431	0,00545	-0,00288	0,02662	1,89182	10,88097	2,90	0,02017	0,18273	5,82	2.780	45	68	32
3,25	5	0,00266	0,00417	-0,00264	0,03404	2,74842	19,43160	1,57	0,01367	0,15799	2,61	909	45	65	10
	10	0,00242	0,00463	-0,00351	0,03228	2,11879	14,70604	1,50	0,01106	0,16852	2,59	1.553	45	66	17
	20	0,00376	0,00531	-0,00331	0,03137	2,36395	16,28329	2,24	0,01964	0,17854	5,40	2.408	45	66	27
3,50	5	0,00219	0,00370	-0,00242	0,03411	2,30352	16,29749	1,33	0,01571	0,15553	2,90	823	43	64	9
	10	0,00229	0,00423	-0,00306	0,03279	2,30928	17,02179	1,42	0,01218	0,16495	2,74	1.374	45	64	15
	20	0,00373	0,00514	-0,00305	0,03127	2,56344	18,65628	2,23	0,02085	0,17258	5,56	2.118	44	65	23
3,75	5	0,00280	0,00414	-0,00244	0,03560	2,97368	23,95470	1,58	0,01903	0,15391	3,34	730	42	63	8
	10	0,00252	0,00448	-0,00322	0,03369	2,52364	19,59976	1,51	0,01604	0,16295	3,43	1.217	44	63	13
	20	0,00339	0,00499	-0,00318	0,03380	2,60765	19,58587	1,93	0,02140	0,16831	5,44	1.828	45	63	19
4,00	5	0,00272	0,00358	-0,00161	0,03353	1,96403	17,71710	1,62	0,01793	0,14958	3,03	638	42	62	7
	10	0,00246	0,00427	-0,00298	0,03419	3,01960	24,76801	1,46	0,01598	0,15548	3,38	1.081	43	61	11
	20	0,00307	0,00457	-0,00284	0,03428	3,07275	24,56456	1,75	0,02110	0,16135	5,24	1.608	44	61	16
4,25	5	0,00290	0,00349	-0,00120	0,03450	1,83326	16,09947	1,67	0,02259	0,15051	3,60	574	42	61	6
	10	0,00217	0,00396	-0,00278	0,03374	2,04591	17,42712	1,34	0,02101	0,15619	4,16	956	43	60	10
	20	0,00267	0,00415	-0,00261	0,03346	2,23769	18,39954	1,59	0,02576	0,15774	6,15	1.416	44	59	14
4,50	5	0,00293	0,00312	-0,00041	0,03306	0,14105	5,59292	1,75	0,02166	0,14395	3,43	520	40	59	5
	10	0,00245	0,00338	-0,00165	0,03126	0,53919	6,67387	1,56	0,02179	0,15143	4,22	860	42	59	9
	20	0,00299	0,00384	-0,00170	0,03174	0,99590	10,18160	1,82	0,02907	0,15540	6,64	1.260	42	57	12
4,75	5	0,00409	0,00423	-0,00041	0,02933	1,04568	8,70370	2,55	0,02624	0,14263	3,99	471	39	56	4
	10	0,00340	0,00414	-0,00165	0,02836	1,12605	8,35207	2,22	0,02605	0,15102	4,78	767	40	57	7
	20	0,00357	0,00432	-0,00174	0,02897	1,11198	8,95690	2,28	0,03184	0,15451	6,87	1.111	42	56	11
5,00	5	0,00414	0,00405	0,00030	0,02772	0,65736	7,89615	2,71	0,02435	0,13472	3,68	415	39	55	4
	10	0,00345	0,00402	-0,00133	0,02985	1,70269	15,00666	2,16	0,02448	0,14510	4,37	670	40	56	6
	20	0,00381	0,00429	-0,00124	0,03193	2,81210	29,16895	2,23	0,03154	0,14799	6,64	971	40	54	9

**Ibex 35: resultados de la Cartera número 8**

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
1,00	5	0,00260	0,00472	-0,00350	0,02575	0,15043	3,94275	1,89	0,01050	0,11603	4,52	2.495	35	56	24
	10	0,00106	0,00416	-0,00374	0,03481	0,24563	4,64391	0,79	0,00350	0,13895	1,70	4.556	38	62	47
	20	0,00126	0,00436	-0,00387	0,04045	0,34361	7,06741	0,85	0,00271	0,16057	1,42	7.080	40	67	81
1,25	5	0,00291	0,00479	-0,00334	0,02504	0,15465	3,92036	2,14	0,01278	0,11979	4,99	2.188	37	60	22
	10	0,00129	0,00415	-0,00362	0,03338	0,27145	4,42276	0,92	0,00491	0,14249	2,17	3.965	40	66	44
	20	0,00120	0,00433	-0,00386	0,04095	0,32721	6,41557	0,82	0,00316	0,16507	1,50	6.151	42	71	74
1,50	5	0,00318	0,00491	-0,00327	0,02513	0,15090	4,22637	2,31	0,01482	0,12447	5,22	1.921	39	63	21
	10	0,00160	0,00422	-0,00352	0,03322	0,27247	4,72207	1,08	0,00700	0,14670	2,83	3.507	42	68	41
	20	0,00137	0,00432	-0,00378	0,04056	0,27849	6,41717	0,89	0,00364	0,16702	1,60	5.416	44	74	67
1,75	5	0,00315	0,00500	-0,00344	0,02624	-0,06663	4,56432	2,21	0,01507	0,12679	4,88	1.683	40	66	19
	10	0,00149	0,00425	-0,00363	0,03481	0,04208	5,22875	1,00	0,00680	0,14926	2,53	3.085	43	70	37
	20	0,00119	0,00433	-0,00387	0,04192	0,09690	6,40988	0,82	0,00338	0,16737	1,39	4.775	45	75	60
2,00	5	0,00312	0,00503	-0,00351	0,02705	0,02233	4,13031	2,14	0,01695	0,13241	4,92	1.477	41	67	17
	10	0,00156	0,00439	-0,00376	0,03449	-0,01081	4,88264	1,04	0,00870	0,15067	3,01	2.713	44	72	33
	20	0,00129	0,00433	-0,00383	0,04102	0,03869	6,10469	0,86	0,00505	0,16861	1,94	4.203	46	75	53
2,25	5	0,00313	0,00496	-0,00339	0,02836	0,18213	4,46130	2,07	0,01786	0,13244	4,91	1.328	41	68	15
	10	0,00144	0,00435	-0,00377	0,03457	-0,05720	4,85024	0,98	0,00973	0,14999	3,19	2.417	44	71	29
	20	0,00121	0,00425	-0,00378	0,03992	-0,02087	5,78336	0,84	0,00554	0,16738	2,02	3.719	45	74	46
2,50	5	0,00331	0,00496	-0,00322	0,02990	0,23854	5,64046	2,08	0,01993	0,13286	5,16	1.184	41	68	14
	10	0,00165	0,00422	-0,00350	0,03500	-0,25305	5,57309	1,08	0,01157	0,14796	3,62	2.144	43	70	25
	20	0,00154	0,00422	-0,00356	0,03916	-0,26615	6,87588	0,98	0,00801	0,16491	2,78	3.284	45	72	40
2,75	5	0,00286	0,00446	-0,00289	0,02949	0,12335	4,66437	1,85	0,02190	0,13187	5,41	1.060	40	67	12
	10	0,00208	0,00426	-0,00327	0,03356	-0,20882	5,65220	1,31	0,01402	0,14703	4,17	1.914	43	69	22
	20	0,00222	0,00432	-0,00323	0,03665	-0,23051	7,00961	1,31	0,01209	0,15976	4,08	2.909	45	70	34
3,00	5	0,00240	0,00412	-0,00282	0,03633	-0,16109	4,73544	1,40	0,02296	0,13162	5,35	940	39	66	10
	10	0,00137	0,00363	-0,00295	0,04103	-0,34559	5,49484	0,90	0,01438	0,14476	4,07	1.679	43	67	19
	20	0,00190	0,00372	-0,00269	0,04352	-0,28378	6,75017	1,09	0,01384	0,15709	4,44	2.544	44	67	29
3,25	5	0,00304	0,00453	-0,00280	0,03469	-0,00756	4,56097	1,74	0,02499	0,13213	5,46	835	40	64	9
	10	0,00232	0,00402	-0,00275	0,03638	-0,25714	5,45992	1,36	0,01657	0,14380	4,45	1.488	42	65	16
	20	0,00256	0,00396	-0,00243	0,03931	-0,26991	6,55606	1,41	0,01511	0,15342	4,66	2.236	43	64	24
3,50	5	0,00345	0,00424	-0,00177	0,03394	0,12471	4,90995	1,97	0,02730	0,13307	5,56	733	40	62	8
	10	0,00317	0,00391	-0,00156	0,03499	-0,25625	5,67429	1,80	0,01792	0,14629	4,39	1.286	43	64	14
	20	0,00347	0,00408	-0,00142	0,03675	-0,28024	6,42842	1,87	0,01633	0,15002	4,79	1.933	43	62	20
3,75	5	0,00358	0,00406	-0,00117	0,03406	0,07008	6,42858	2,03	0,02932	0,13123	5,73	658	39	60	7
	10	0,00371	0,00386	-0,00041	0,03368	-0,21647	7,01797	2,11	0,02153	0,14442	5,08	1.160	42	61	12
	20	0,00400	0,00406	-0,00018	0,03454	-0,18104	6,91831	2,21	0,01950	0,14574	5,57	1.732	42	59	17

Criterio entrada	Pares	Rentabilidad mensual							Rentabilidad operación			Operaciones			
		Media	Posición larga	Posición corta	D. típica	Asimetría	Curtosis	t de Student	Media	D. típica	t Student	Total	Pérdidas (%)	Duración media	Por día
4,00	5	0,00352	0,00366	-0,00037	0,04091	0,35651	7,94796	1,76	0,02975	0,13072	5,47	578	40	59	6
	10	0,00349	0,00374	-0,00060	0,03589	-0,02578	7,93641	1,91	0,02212	0,14283	4,95	1.020	42	59	10
	20	0,00385	0,00371	0,00040	0,03561	-0,05819	7,85117	2,09	0,02155	0,14286	5,87	1.515	42	57	15
4,25	5	0,00378	0,00377	0,00002	0,04033	0,55185	7,81911	1,89	0,02946	0,13041	5,11	512	41	56	5
	10	0,00358	0,00374	-0,00043	0,03549	0,15531	7,68941	1,97	0,02173	0,14080	4,64	902	42	57	9
	20	0,00381	0,00376	0,00016	0,03531	0,10834	7,51368	2,09	0,02191	0,14294	5,57	1.318	42	55	12
4,50	5	0,00302	0,00338	-0,00077	0,04879	0,74947	7,50189	1,42	0,02769	0,12901	4,51	441	41	55	4
	10	0,00338	0,00385	-0,00108	0,03894	0,41637	7,34886	1,76	0,02108	0,14023	4,20	779	42	55	7
	20	0,00372	0,00390	-0,00047	0,03828	0,58405	8,35649	1,93	0,02310	0,14207	5,46	1.128	41	53	10
4,75	5	0,00301	0,00354	-0,00110	0,05416	0,82494	7,71957	1,36	0,02835	0,12926	4,30	384	41	53	3
	10	0,00317	0,00355	-0,00085	0,04397	0,48358	6,43683	1,56	0,02089	0,13569	4,02	683	42	52	6
	20	0,00306	0,00331	-0,00054	0,04328	0,43216	6,15222	1,53	0,02354	0,13712	5,36	973	42	51	8
5,00	5	0,00280	0,00376	-0,00181	0,06663	1,16415	9,00460	1,23	0,02487	0,12901	3,53	336	43	53	3
	10	0,00282	0,00334	-0,00105	0,04992	0,71900	6,99421	1,34	0,01687	0,13403	3,05	589	44	51	5
	20	0,00359	0,00364	-0,00013	0,04581	0,63793	6,65853	1,67	0,02208	0,13458	4,73	832	44	50	7

Fuente: elaboración propia.

